

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
Институт естественных наук
Кафедра географии, картографии и геоинформатики

**Автоматизированная обработка геодезических
измерений в программе CREDO_DAT 5.2**



Ижевск-2021

УДК528:004(075.8)
ББК26.112с51я73
А224

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ

Рецензент: к.г.н., доцент А.В. Семакина

Составитель: к.г.н., доцент И.И. Григорьев

А224 Автоматизированная обработка геодезических измерений в программе CREDO_DAT 5.2 / сост. И.И. Григорьев. - Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет», 2021. – 80 с.

В учебно-методическом пособии излагаются основы автоматизированной обработки геодезических измерений в программе CREDO_DAT 5.2 для студентов направления «Картография и геоинформатика». Дается теоретический материал в объеме, необходимом для выполнения работ, входящих в рабочую программу по ряду учебных дисциплин. Приводятся примеры выполнения отдельных видов работ.

УДК528:004(075.8)
ББК 26.112с51я73

© И.И. Григорьев, сост. 2021
© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2021

Содержание

Введение.....	4
1.Общие сведения.....	5
2.Первоначальные установки.....	8
3.Ввод данных.....	15
4.Обработка данных.....	25
5.Поиск грубых ошибок.....	37
6.Расчетные задачи.....	45
7.Выпуск графических документов.....	50
8.Проектирование геодезических построений по раст- ровой подложке.....	56
9.Ввод с клавиатуры и обработка данных планово- высотного обоснования и тахеометрии.....	61
10.Экспорт данных.....	70
Список рекомендуемой литературы.....	78

Введение

Учебно-методическое пособие «Автоматизированная обработка геодезических измерений в программе CREDO_DAT 5.2» составлено в соответствии с учебным планом направления подготовки 05.03.03 «Картография и геоинформатика» и требованиями по обработке инженерно-геодезических данных.

Учебно-методическое пособие включает описание программы CREDO_DAT версии 5.2 (назначение, функции) и подробный порядок обработки геодезических данных с выполнением упражнений после каждого этапа. В первых разделах пособия рассматриваются общие сведения о программе с выполнением первоначальных установок. Далее происходит ввод исходных данных и их обработка с вычислением возможных ошибок. Рассмотрена возможность выполнения небольших прикладных расчетных задач. Кроме того, предлагается осуществление проектирования геодезических измерений по растровым подложкам. Отдельные разделы посвящены выпуску графических документов (чертежи и ведомости) и экспорту данных в различные форматы геоинформационных систем и систем автоматизированного проектирования. Приведены вспомогательные рисунки и таблицы, облегчающие студентам поэтапное выполнение работы. Исходные материалы для выполнения работ представлены в электронном виде.

Предложенная форма изложения материала позволяет использовать данное пособие как для самостоятельной работы, так и для получения практических навыков по обработке топографо-геодезических данных.

Выполнение этапов автоматизированной обработки геодезических измерений способствует формированию у студентов профессиональных компетенций.

1. Общие сведения

Назначение

Система CREDO_DAT предназначена для автоматизации камеральной обработки полевых инженерно-геодезических данных.

Области применения

- Проектирование и создание опорных планово-высотных городских, межевых, инженерных, специальных сетей.
- Линейные и площадные инженерные изыскания объектов промышленного, гражданского и транспортного строительства.
- Геодезическое обеспечение строительства.
- Маркшейдерское обеспечение работ при добыче и транспортировке нефти и газа.
- Подготовка пространственной информации для кадастровых систем (наземные методы сбора).
- Геодезическое обеспечение геофизических методов разведки.
- Маркшейдерское обеспечение добычи полезных ископаемых открытым способом.

Основные функциональные возможности системы

- Импорт данных, полученных с электронных регистраторов и тахеометров, результатов постобработки измерений, полученных с помощью глобальных спутниковых систем (ГНСС), прямоугольных координат и измерений из текстовых файлов в произвольных форматах, настраиваемых пользователем.
- Предварительная обработка измерений, учет различных поправок, редуцирование направлений и линий на эллипсоид, плоскость.
- Расчет среднего коэффициента рефракции для объекта и последующий его учет в превышениях ~ тригонометрического нивелирования.
- Учет аномалий высот геоида (модель EGM2008) в спутниковых высотных измерениях.
- Создание региональной модели геоида на участок работ,

экспорт созданной модели в текстовый файл и в формат RGM.

- Выявление, локализация и нейтрализация грубых ошибок в исходных данных, линейных, угловых измерениях и нивелировании.
- Совместное или раздельное уравнивание плановых спутниковых измерений и высотных геодезических сетей, выполняемое параметрическим способом по методу наименьших квадратов.
- Уравнивание геодезических построений с учетом ошибок исходных данных.
- Поэтапное или совместное уравнивание многогранговых сетей Хельмерта, аффинное преобразование координат, пересчет координат из прямоугольных в геодезические.
- Установление параметров связи пространственных систем координат на участок работ и анализ на основе полученных параметров качества исходных пунктов в плане и по высоте.
- Расчет обратных геодезических задач в различных видах с выдачей ведомостей.
- Обработка тахеометрической съемки с формированием точечных, линейных и площадных топографических объектов и их атрибутов по данным полевого кодирования.
- Интерактивное формирование точечных, линейных и площадных топографических объектов и их атрибутов по данным полевых абрисов.
- Трансформирование растровых подложек с использованием до 4 точек привязки.
- Проектирование опорных геодезических сетей (в том числе с учетом ошибок исходных пунктов), выбор оптимальной схемы сети, необходимых и достаточных измерений, подбор точности измерений.
- Создание ведомостей и каталогов, выдача их в принятой форме.
- Создание чертежей в любом масштабе и планшетов (1:500-1:5000), схем планово-высотного обоснования в принятых или настраиваемых условных обозначениях.

- Экспорт результатов в распространенные форматы: DXF, DWG (AutoCAD), MIF/MID (MapInfo), в форматы CREDO (CDX), CREDO (TOP/ABR), в настраиваемые пользователем текстовые форматы.
- Экспорт данных через последовательный порт непосредственно в электронные тахеометры.

Для выполнения упражнений, описанных в данном пособии, необходимо, чтобы в программу были загружены plug-in электронного тахеометра Nikon (.rdf, *.txt) и спутниковых систем Trimble Geomatics Office/Trimble Business Center (TGO/TBC (*.asc)).*

2. Первоначальные установки

CREDO_DAT является однодокументным приложением. При открытии или создании нового документа текущий активный документ не закрывается.

CREDO_DAT поддерживает работу с документами трех типов: *проект*, *классификатор* и *чертеж*. Данные проектов хранятся в файлах с расширением GDS5, данные классификаторов и чертежей - в файлах с расширениями, соответственно, CLS5 и DDR5. Система позволяет также открывать файлы в форматах более ранних версий, имеющих расширения GDS, CLS и DDR, и сохранять данные в этих форматах.

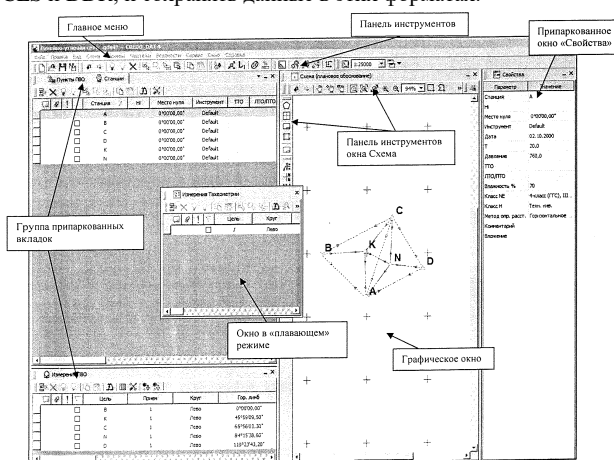


Рис. 1. Интерфейс CREDO_DAT

Конфигурация рабочей области

В системе CREDO_DAT реализован механизм организации рабочей области, позволяющий управлять видимостью окон и их размещением на экране монитора с учетом характера

решаемых задач и предпочтений пользователя. Созданная конфигурация рабочей области может быть сохранена и затем, при необходимости, выбрана.

Конфигурация рабочей области моделируется посредством паркуемых окон (рис.1). Главное меню **Вид** содержит команды управления отображением окон, панелей инструментов, а также строки состояния. Выбор команды включает или отключает соответствующие окна.

С помощью захвата и перемещений можно выполнить группировку и парковку окон. Окно можно разместить в центральной области главного окна документа, припарковать с любой стороны от центральной области или расположить поверх других окон.

Для изменения местоположения окна выполните следующие действия:

1. Разверните окно, если оно находится в свернутом состоянии.
2. При нажатой левой клавише мыши в области окна, удерживая ее, переместите окно в нужную область. Причем, по мере движения курсора, программа автоматически предлагает место для парковки, освобождая пространство и подсвечивая существующие окна и группы для включения их в состав паркуемого окна.
3. Выбрав нужную область для парковки, отпустите клавишу мыши.

Текущую конфигурацию окон можно сохранить с заданным именем с помощью команды **Вид/Рабочая область/Сохранить**.

Упражнение 1. Создание рабочей области

1. Используя команды меню **Вид**, выполните настройку рабочей области согласно рис. 2 и сохраните эту конфигурацию окон с именем **Наземные измерения**.

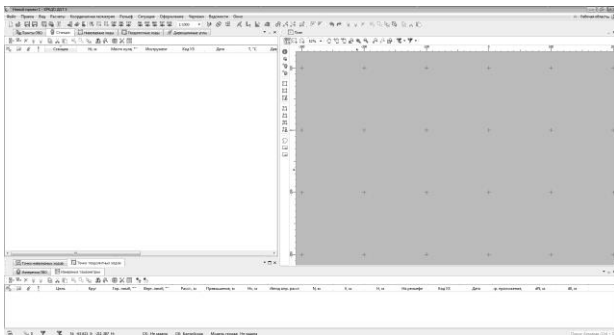


Рис. 2 Рабочая область

2. Измените цвет графического окна. Для этого воспользуйтесь командой **Сервис/Параметры**. В появившемся окне выберите **Схема/Общие установки/Цвет фона**.

*В CREDO_DAT каждое окно имеет индивидуальную панель инструментов. Для настройки такт панелей используется команда **Настройки** в меню **Сервис**. При этом открывается окно **Настройка панелей инструментов**, в котором можно создавать новые, редактировать и удалять имеющиеся панели инструментов.*

Данные геодезической библиотеки

Геодезическая библиотека вызывается командой **Файл/Геодезическая библиотека**. В библиотеке содержатся доступные для редактирования элементы: эллипсоиды, датумы, системы координат, системы высот, планшетные сетки, картографические сетки и инструменты.

Компоненты каждого элемента можно создавать, редактировать или удалять. Созданные или отредактированные настройки библиотеки могут быть экспортированы и импортированы в другой проект через файл формата XML.

Упражнение 2. Редактирование геодезической библиотеки

Используя команду **Файл/Геодезическая библиотека**, откройте диалоговое окно **Библиотека геодезических данных**. Выберите узел Системы **координат** и нажмите кнопку **Создать**. При этом откроется окно параметров для создания системы координат типа **Transverse Mercator**. Измените тип на **Локальная**. В списке **Системы координат** появится новая с/к с именем **Новая СК 1**. Выделите ее двойным щелчком мыши и введите новое имя - **Местная**.

Настройка свойств проекта

Определяющее влияние на правильность выполнения расчетов оказывают данные, настраиваемые для каждого проекта в **Свойствах проекта** и хранящиеся за этим проектом. Настройка свойств открытого проекта выполняется в окне **Свойства проекта**, вызываемого командой **Файл/Свойства проекта**.

Узел **Карточка проекта** включает в себя следующие разделы:

Общие сведения (рис. 3). Данные, внесенные в текстовые поля этого раздела, будут отображаться в зарамочном оформлении планшетов и могут быть вставлены в шаблоны выходных документов.

В группе **Система координат** задается система координат (СК), которая будет использоваться в проекте: импортом из геодезической библиотеки либо из EPSG (European Petroleum Survey Group).

В **Параметрах** (рис. 4) выполняется настройка на отображение зоны у координаты Y в проекции Гаусса-Крюгера, задаются модель геоида и система высот

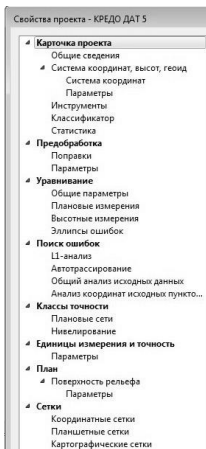


Рис. 3 Свойства проекта

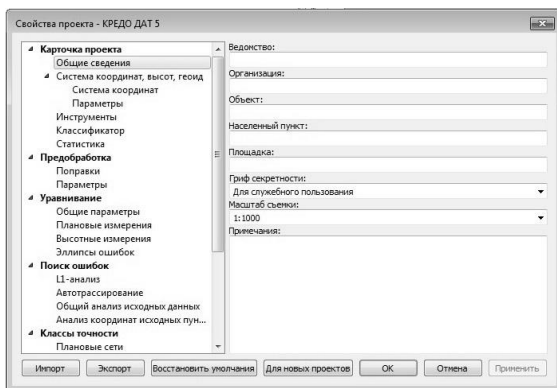


Рис. 4 Свойства проекта

Системы координат и высот создаются и дополняются в диалоге Библиотека геодезических данных.

Указывается путь к файлу классификатора и используемая система кодирования.

В узле **Инструменты** с помощью команды **Файл/Свойства проекта** создайте новый инструмент - **Nikon**. Коэффициенты в группе **Светодаляномер** и формулу для определения вертикального угла оставьте без изменения.

Узел **Уравнивание** включает в себя следующие разделы:

Общие параметры

Выполняется настройка видов уравнительных вычислений, устанавливается максимальное число итераций и порог сходимости итераций для плановых координат и высотных отметок. Установка перехода в режим проектирования.

Плановые измерения

Возможность выбрать тип уравнивания - **Совместное** или **Поэтапное**.

Поэтапное уравнивание может применяться для обработки геодезических сетей, содержащих измерения различных классов точности. При выполнении поэтапного уравнивания вначале выполняется обработка данных измерений высшего класса, затем последовательно выполняется уравнивание младших классов. Уравненные координаты узловых пунктов старших классов принимаются в качестве исходных для младших классов. Используя такой подход к уравнительным вычислениям, можно в одном проекте выполнять уравнивание классных и разрядных сетей или каркасных и съёмочных сетей.

Установленный флажок **Пауза после каждого этапа** останавливает уравнительные вычисления после выполнения каждого этапа, в результате чего пользователь имеет возможность прервать или продолжить дальнейшие вычисления из окна монитора, используя информацию, которая отображается в данном окне.

Установленный флажок **Учет ошибок исходных пунктов** позволяет учитывать при уравнительных вычислениях

ошибки исходных данных.

Высотные измерения

В этом разделе настройки, совпадающие с плановыми, имеют такое же назначение.

В разделе **Классы точности** производится редактирование показателей классов точности плановых и высотных сетей, создание новых классов. Для классов точности приведены априорные значения показателей, выбранные из действующих нормативных документов.

Упражнение 3. Настройка свойств проекта

1. Создайте новый проект.
2. Выберите конфигурацию рабочей области с именем *Наземные измерения*.
3. Откройте диалоговое окно **Свойства проекта (Файл/Свойства проекта)**.
4. В узле **Карточка проекта** в разделе **Параметры** введите данные проекта согласно рис. 4.
5. В узле **Уравнивание** в разделе **Плановые измерения** выберите режим уравнивания **Совместное**.
6. Сохраните проект с именем **Новый ход**.

3. Ввод данных

Все данные (импортированные из внешних источников или введенные с клавиатуры) заносятся в таблицы (табличные редакторы). Каждая из таблиц предназначена для работы только с соответствующим типом данных.

Настройка таблиц

При работе с таблицами пользователь может управлять их параметрами - видимостью, расположением колонок, выравниванием информации в ячейках таблицы и т.д.

Изменение имени таблицы, заголовков колонок, настройка видимости колонок выполняется в окне **Настройка представления таблиц**, вызываемом правым кликом мышки в окне таблицы или кнопкой на панели инструментов.

Настройки на локальной панели инструментов таблицы. Часть настроек таблицы можно выполнить из контекстного меню строки заголовка таблиц (рис. 5). Кроме того, двойной щелчок на строке заголовка по границе между колонками позволяет выполнить установку ширины колонки по содержанию в ней.

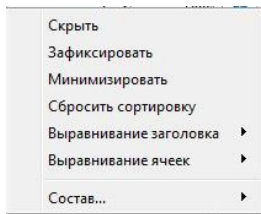


Рис. 5 Контекстное меню заголовка таблицы

Упражнение 4. Настройка таблиц и ручной ввод исходных данных

Откройте в проекте **Новый ход** вкладку **Пункты ПВО**, настройте представление таблицы согласно рис. 6 и введите в нее информацию по исходным пунктам.

Пункты ПВО		Станции		Нивелирные ходы		Теодолитные ходы		Дирекционные углы	
<div>Иконки инструментов и объектов</div>									
		Имя	N, м	E, м	Тип NE	Статус NE			
		Baza	5978800,415	34077,460		Уравненный			
		Lotovino	597178,116	35522,860		Уравненный			
		Shili	5981012,716	40279,890		Уравненный			
		pp876	5982590,630	36887,120		Уравненный			

Рис. 6 Пункты ПВО

Параметр	Значение
Имя	Vaza
N, м	5978800,415
E, м	34077,460
Тип NE	▲ Исходный
Статус NE	Уравненный
N, м	
Тип N	● Исходный
Статус N	Уравненный
L, ""	
B, ""	
N (элл), м	
ζ, м	
Принадлежность ре...	Рельефный
УЗ	
Класс NE	
Класс N	СГС-1
Узловой NE	1-й класс, КГС
Узловой N	2-й класс, 1 класс ГС
СКО NE, м	3-й класс, 2 класс ГС, СГС-1
СКО N, м	4-класс (ГГС), III класс ГС, СГС-2
СКО E, м	1-й разряд, ОМС-1
СКО N, м	2-й разряд, ОМС-2
Заблокирован NE	Теодолит и микр.трн. (1.0?)
Заблокирован N	Теодолит и микр.трн. (3.0?)
Заблокирован H	Нет
Комментарий	Нет
Вложение	

Рис. 7 Свойства пунктов ПВО

Сохраните проект с тем же именем.

Выделите все строки таблицы Пункты ПВО и, открыв ок-

но **Свойства**, установите для всех пунктов класс точности: 3-й класс, II класс ГС, СГГС-1 (рис. 7).

Импорт измерений

В системе CREDO _DAT предусмотрен импорт различных видов данных и ручной ввод с клавиатуры.

В программу можно импортировать:

- файлы с данными измерений в форматах электронных тахеометров;
- текстовые файлы координат и измерений в соответствии с настроенным пользователем форматом;
- файлы с данными постобработки спутниковых измерений;
- растровые подложки;
- данные измерений непосредственно с прибора.

Импорт данных из электронных тахеометров

Файлы, содержащие данные полевых измерений, предварительно создаются на диске с помощью специальных программ-конвертеров, поставляемых вместе с электронными регистраторами.

Для выполнения импорта данных необходимо выбрать команду **Файл/Импорт/Наземных измерений**, после чего в выпадающем списке **Тип файлов** окна **Импорт измерений из файлов приборов** выбрать нужный формат, а затем файл.

Перед импортом файла необходимо уточнить параметры импорта (кнопка **Настройки**).

Общие настройки параметров импорта

*Раздел **Общие** (рис. 8)*

Направлять измерения в журнал ПВО

Если выбрано значение **Да**, то все измерения будут интерпретироваться как данные планово-высотного обоснования (ПВО) и будут размещены в таблице **Измерения ПВО**. В этом случае имена пунктов должны быть уникальными.

Если установлено значение **Нет**, то к пунктам ПВО будут отнесены только следующие:

- пункты стояния (станции),
- пункты, измерения на которые производились с двух и более станций,
- пункты, измерения на которые велись несколькими приемами или полуприемами,
- пункты стояния и наблюдения для жестких дирекционных углов,
- пункты, для которых явно заданы типы координат ПВО - исходные или предварительные.

Измерения, выполненные на эти пункты, будут помещены как в таблицу **Измерения ПВО**, так и в таблицу **Измерения тахеометрии**. Все остальные пункты и связанные с ними измерения будут помещены только в таблицу **Измерения тахеометрии**. Уникальность имен точек тахеометрии проверяется только в пределах одной станции.

Автоматическое определение формулы вертикального угла (VA)

Если выбрано значение **Да**, то в процессе импорта определение круга и формулы для вычисления вертикального угла будет выполняться автоматически на основе значений отсчетов по вертикальному лимбу.

Если выбрано значение **Нет**, то круг и формула будут назначены в соответствии с информацией, содержащейся в файле, а при ее отсутствии - в соответствии с умолчаниями системы.

Удаление незначащих нулей в именах пунктов

Если выбрано значение **Да**, то при импорте незначащие нули в именах пунктов будут проигнорированы. Например, если в файле импорта присутствовал пункт с именем «0012А», то он будет импортирован в проект с именем «12А».

Если выбрано значение **Нет**, то имена пунктов будут импортированы без изменений.

Отношение точек к рельефу по умолчанию

Данный параметр позволяет автоматически присвоить тип точкам, для которых он явно не задан в файле. Обработка таких точек ведется по общим правилам и учитывается при экспорте данных проекта (например, в системы CREDO III):

- **Рельефная** - точка будет иметь отметку и учитываться в построении рельефа;
- **Нерельефная** - точка будет иметь отметку, но не будет учитываться в построении рельефа;
- **Ситуационная** - точка не будет иметь отметки.

Отношение точек к рельефу с $H_v=0$

Данный параметр аналогичен предыдущему и определяет тип точек, при съемке которых высота наведения была равна нулю. В большинстве форматов такие значения выводятся в файл измерений при использовании безотражательного режима измерения расстояний.

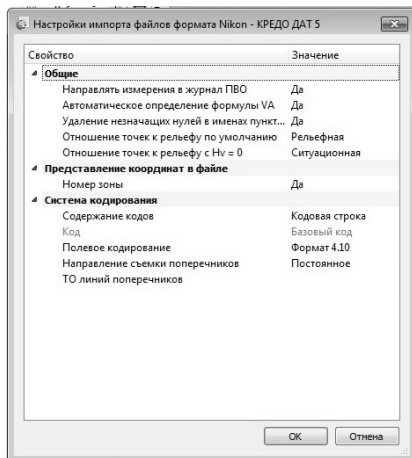


Рис. 8 Настройки импорта

*Раздел **Представление координат в файле***

При выборе значения **Да** параметра **Взять из проекта**, при импорте данных все координаты будут интерпретироваться в соответствии с настройками проекта, установленными в разделе **Карточка объекта/Параметры** диалога **Свойства gds-проекта**.

При выборе значения **Нет**, появляется возможность на этапе импорта установить необходимое представление координат:

- координата "Север (N)": **N** и **N+No**;
- координата "Восток (E)": **E**, **E+Eo** и **<номер зоны>E+Eo**, где **No** и **Eo** - соответственно, смещения на север и на восток.

*Раздел **Система кодирования***

Взять из проекта

Выбирается значение **Да**, если в импортируемом файле использовалась система, установленная в **Свойствах проекта**. В противном случае выбирается значение **Нет**.

Содержание кодов

Значение параметра указывает, чем является импортируемая информация.

Из выпадающего списка выбирается нужное значение: **Кодовая строка**, **Комментарий**, **Не импортировать**.

Полевое кодирование

Необходимо указать использованный формат полевого кодирования: **Компактный**, **Стандартный**.

Упражнение 5. Импорт данных измерений из файла тахеометра

- Откройте проект **Новый ход**.
- Выберите команду **Файл/Импорт/Наземных**

измерений.

- В окне **Импорт измерений из файлов приборов** (рис. 9) в выпадающем списке **Тип файлов** выберите формат **Nikon (*.rdf *.txt)**.

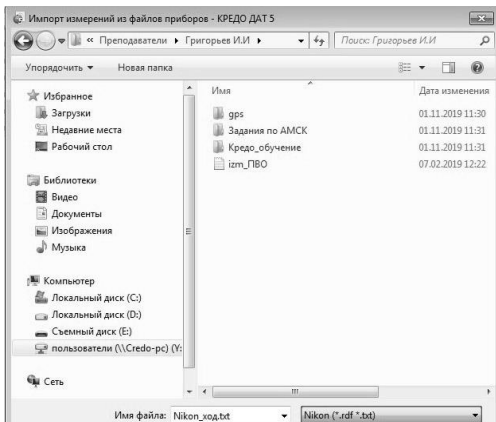


Рис. 9 Импорт измерений

- Укажите импортируемый файл **Nikon ход.txt**.
- Нажав кнопку **Настройка** в открывшемся окне **Настройка модуля импорта Nikon**, выполните настройку параметров импорта согласно рис. 8.
- Нажмите кнопку **Импортировать**.
- Открыв в проекте вкладку **Станции**, просмотрите результаты импорта данных измерений в проект **Новый ход**.
- Выделите все строки с именами станций и, открыв окно **Свойства**, в строке **Инструмент** выберите **Nikon**, а в строке **Класс NE - 1-й разряд**.
- На вкладке **Станции** выполните настройку представления таблиц согласно рис. 10.
- Сохраните проект с тем же именем.

Пункты ПВО						
Станции						
Нивелирные ходы						
Теодолитные ходы						
Дирекционные углы						
	Станция	Место нуля, ""	Инструмент	Класс NE		
<input type="checkbox"/>	База	0°00'00"	Nikon	1 й разряд, OM...		
<input type="checkbox"/>	Shili	0°00'00"	Nikon	1 й разряд, OM...		
<input type="checkbox"/>	T1	0°00'00"	Nikon	1 й разряд, OM...		
<input type="checkbox"/>	T2	0°00'00"	Nikon	1 й разряд, OM...		
<input type="checkbox"/>	T3	0°00'00"	Nikon	1 й разряд, OM...		
<input type="checkbox"/>	4224	0°00'00"	Nikon	1 й разряд, OM...		
<input type="checkbox"/>	4424	0°00'00"	Nikon	1 й разряд, OM...		
<input type="checkbox"/>	4663	0°00'00"	Nikon	1 й разряд, OM...		
<input type="checkbox"/>	4873	0°00'00"	Nikon	1 й разряд, OM...		
<input type="checkbox"/>	5664	0°00'00"	Nikon	1 й разряд, OM...		
<input type="checkbox"/>	8176	0°00'00"	Nikon	1 й разряд, OM...		

Точки нивелирных ходов						
Точки теодолитных ходов						
Измерения ПВО						
Измерения тахеометрии						
	Цель	Прием	Круг	Гор. лимб, ""	Верг. лимб, ""	
<input type="checkbox"/>	Lotovinovo	1	Лево	0°00'00"		
<input type="checkbox"/>	4663	1	Лево	306°35'52"	0°00'00"	

Рис. 10 Настройка таблиц

Импорт данных результатов постобработки спутниковых измерений

В системе CREDO_DAT предусмотрен импорт данных постобработки спутниковых измерений. К таким данным относятся навигационные геодезические координаты начальной и конечной точек векторов, приращения пространственных координат векторов по осям X, Y, Z (данные по точкам и приращения координат должны быть в системе координат WGS), диагональные элементы ковариационной матрицы оценки точности вектора по вышеназванным осям координат и значение RMS.

Импорт данных результатов постобработки выполняется из следующих систем: Leica Geo Office, PINNACLETM, Trimble Geomatics Office (Trimble Business Center), Topcon Tools, Spectrum Survey.

В основу обработки таких данных положен следующий принцип: пространственные измерения в геоцентрических ко-

ординатах ΔX_{ki} , ΔY_{ki} , ΔZ_{ki} полученные по результатам постобработки в пакетах производителей оборудования, преобразовываются в топоцентрическую горизонтную систему координат точки «к», а именно, в «измерения» наклонных дальностей, направлений и зенитных расстояний, выполненных с базовых станций «к» на определяемые пункты «i». Затем данные обрабатываются на плоскости в рабочей системе координат обычным порядком на основе уже реализованных и проверенных практикой математических алгоритмов CREDO_DAT.

Импорт данных файлов спутниковых измерений выполняется при помощи команды **Файл/Импорт/Спутниковых измерений...** В открывшемся окне **Импорт спутниковых измерений** указывается необходимый формат файла и выбирается файл (файлы). При импорте файлов из систем постобработки каких-то особенных настроек для файлов из большинства систем выполнять не следует. Исключение составляют данные из системы **Leica Geo Office**. Для настройки импорта данных из русскоязычных версий необходимо нажать кнопку Настройка в окне **Импорт спутниковых измерений** и в окне **Настройка модуля LGO** ввести с клавиатуры в редактируемых полях правой части окна идентификаторы - названия колонок из импортируемых файлов.

В результате импорта данных по векторам и пунктам спутниковых измерений в системе CREDO_DAT заполняются таблицы **Эллипсоидальные данные** и **Измерения ГНСС**.

Данные по навигационным координатам конечных точек векторов и аномалиям геоида можно получить по кнопке **Ведомость** таблицы **Эллипсоидальные данные**. Данные по импортированным векторам - приращения координат и оценка точности приращений координат по осям X, Y, Z, длину вектора можно получить по кнопке **Ведомость** таблицы **Измерения ГНСС**.

Упражнение 6. Импорт данных результатов постобработки спутниковых измерений

- Откройте проект **Новый ход**.

- Используя меню **Вид**, включите видимость окна **Точки ГНСС**. Выполните парковку согласно рис. 11.



Рис. 11 Точки ГНСС

- Выберите команду **Файл/Импорт/Спутниковых измерений**. В открывшемся окне **Импорт спутниковых измерений** в выпадающем списке **Тип файлов** выберите формат TGO/TBC (*.asc) и, указав импортируемый файл **Roslavl.asc**, нажмите кнопку **Импортировать**.
- Просмотрите результаты импорта на вкладке **Точки ГНСС**. Установите класс измерений - **4 класс (ГГС)**.
- Сохраните проект с именем - **Наземные и спутниковые измерения**.

4. Обработка данных

В CREDO_DAT для плановых наземных и спутниковых геодезических сетей реализовано как совместное уравнивание линейных и угловых измерений, различных по классам точности, топологии и технологии построения, так и поэтапное последовательное уравнивание от высших классов к низшим. Уравнивание выполняется параметрическим способом по методу наименьших квадратов (критерию минимизации суммы квадратов поправок в измерения). Аналогично организована обработка высотных сетей. При этом выполняется полная оценка точности измерений в сети и положения каждого пункта по результатам уравнивания и создаются соответствующие ведомости.

Помимо стандартного уравнивания по методу наименьших квадратов в CREDO_DAT реализованы и другие возможности, а именно:

- уравнивание с учетом ошибок исходных пунктов (ОИП);
- поэтапное уравнивание.

Общий порядок выполнения расчетов

Предобработка

Предварительная обработка данных (предобработка) является обязательным подготовительным шагом перед уравниванием. Основной функцией предобработки является преобразование к единому внутреннему формату данных измерений и параметров проекта, полученных из различных источников. Предобработка выполняется по команде **Расчет** меню **Расчеты/Предобработка**.

После предобработки исходными данными для уравнивания служат:

- координаты исходных пунктов;
- приближенные значения координат пунктов обоснования, полученные после предобработки;
- дирекционные углы;

- вектора, содержащие редуцированные значения направлений, горизонтальных проложений и превышений;
- допустимые значения средних квадратических ошибок (СКО) плановых измерений для различных классов точности;
- допустимые высотные невязки для различных классов точности.

Уравнивание

Перед выполнением уравнивания необходимо выполнить настройки параметров уравнивания. Для этого необходимо открыть окно **Свойства gds-проекта (Файл/Свойства проекта)** и активизировать узел **Уравнивание** (рис. 12).

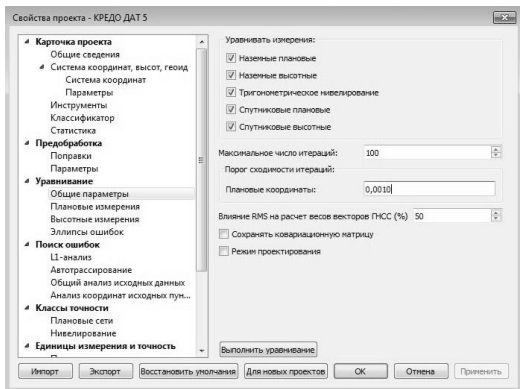


Рис.12 Параметры уравнивания

Общие настройки параметров уравнивания

В разделе **Общие параметры** (рис. 12) настраиваются виды уравнивательных вычислений, максимальное количество итераций, погрешность сходимости итераций, возможность сохранения ковариационной матрицы, наличие которой позволяет выполнять расчеты, связанные с оценкой точности элементов сети, устанавливается возможность перехода в режим про-

ектирования.

В разделе **Плановые измерения** устанавливаются настройки для режимов (стилей) уравнивания (см. ниже), а также **Масштаб отображения эллипсов ошибок**. К отдельно-му виду настроек следует отнести взаимосвязанные установки **Коэффициент при угловых уравнениях поправок** и **Баланс весов линейных и угловых измерений**. Коэффициент может меняться в диапазоне от 0,01 до 10000. Это приводит к изменению влияния веса угловых измерений при поиске грубых ошибок от 0% до 75%.

В разделе **Высотные измерения** устанавливаются также настройки для стилей (режимов) уравнивания и **Масштаб отображения СКО отметок**.

Само уравнивание выполняется по команде **Расчет** меню **Расчеты/Уравнивание** или щелчком по кнопке **Выполнить уравнивание**, находящейся в диалоговых окнах разделов, относящихся к узлу **Уравнивание**.

В процессе уравнивания на экране отображается монитор уравнивания, где показывается номер текущей итерации и величина сходимости итераций. После завершения уравнивания на мониторе отображаются априорное и апостериальное значение СКО единицы веса вместе с доверительными интервалами.

По результатам предобработки и уравнивания генерируются выходные документы в формате HTML или RTF, перечень которых приведен в меню **Ведомости** и которые можно вывести на экран и распечатать.

Особенности формирования стилей для уравнивания векторов ГНСС.

*Для обеспечения гибкости, выбора стиля уравнивания ГНСС-векторов в программе могут быть использованы точностные характеристики dx , dy , dz приращений геоцентрических координат. Кроме того, в колонке **Множитель таблицы Измерения ГНСС** предоставлена возможность введения некоторого множителя для RMS, а в поле **Влияние RMS на расчет весов векторов ГНСС** при настройке общих параметров уравни-*

нивания в окне **Свойства gds-проекта** предоставлена возможность с той или иной степенью (от 0% до 100%) учитывать точностные характеристики класса (группы) измерений для установления весов (рис. 13).

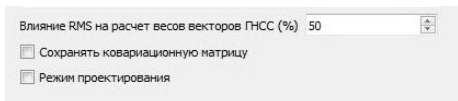


Рис. 13 Точностные характеристики

Если влияние RMS на расчет весов будет установлено 100%, то при назначении весов векторам ГНСС будет использоваться только значение RMS. При установлении 0% - будут использоваться только значения из таблиц классов точности. При 50% - при назначении весов векторам участвуют и тот, и другой параметр.

Модель геоида, роль при обработке ГНСС.

При уравнивании сетей используются координаты и нормальные высоты исходных пунктов на участке работ. Необходимые для их расчета аномалии высот выбираются из модели геоида EGM2008 по навигационным координатам пунктов и используются при переходе от эллипсоидальных (геодезических) превышений к превышениям нормальных (точнее ортометрических) высот.

Особенности оценки точности результатов тригонометрического нивелирования.

Для оценки точности тригонометрического нивелирования пользователю предлагается три варианта расчета допустимых невязок:

- **формулы Роскартографии.** Расхождения между превышениями, измеренными в прямом и обратном направлениях, не должны превышать величин, вычисленных по формуле $f_{\text{доп}} = 50\sqrt{2L}$ (мм), где L - длина стороны в км; а невязки ходов или замкнутых полигонов — величин $f_{\text{доп}} = 50\sqrt{L}$ (мм), где L — длина хода или периметр полигона в км.

- **формулы Госстроя.** Расхождения между превышениями, измеренными в прямом и обратном направлениях, не должны превышать величин, вычисленных по формуле — $f_{доп} = 0,04S$ (см), где S - длина линии, выраженная в сотнях метров. Допустимые невязки в ходах и замкнутых полигонах тригонометрического нивелирования не должны превышать величин, вычисленных по формуле $f_{доп} = 0,04S\sqrt{n}$ (см), где S - длина хода в метрах, а n - число линий в ходе или полигоне.

- **методика Кредо-Диалог.** В системе CREDO_DAT применяется несколько измененная формула, учитывающая неравенство длин сторон хода:

$$f_{доп} = k\sqrt{\sum_{i=1}^n S_i^2}, (м)$$

- где S_i - длина стороны, заданная в км, k - коэффициент в таблице **Класс точности**, заданный в метрах.

- **Смысл и роль СКО μ для анализа результатов.**

- По величине апостериальной СКО единицы веса μ можно судить о качестве полевых работ. Априорная СКО (назначенные из таблицы классов точности измерений) единицы веса при уравнительных вычислениях для расчета весов измерений всегда принимается равной единице. Для априорной СКО единицы веса строится доверительный интервал. Чем ближе μ к 1 (по результатам уравнивания), тем более полученные результаты соответствуют априорным СКО.

Технология уравнивания с учетом ошибок исходных пунктов

Такая задача возникает, когда выполняется построение геодезических сетей в несколько стадий (более точная сеть сгущается менее точной) или когда большая сеть уравнивается постепенным ее наращиванием (присоединение к уже уравненной сети новых измерений). Использование ошибок исходных данных в уравнивании позволит повысить точность исходной сети (при любой точности новых измерений), а точность неиз-

вестных во вновь создаваемой сети - охарактеризовать реальными средними квадратическими ошибками.

Для реализации уравнивания с учетом ошибок исходных пунктов (ОИП) должны быть известны средние квадратические ошибки (СКО) исходных пунктов. Они назначаются одинаковыми для всех исходных пунктов геодезического построения и соответствующее значение вводится в окне **Свойства gds-проекта** в разделе **Классы точности/Плановые сети и Нивелирование** в позиции **СКО взаимного положения пунктов и относительно старших классов** (рис. 14).

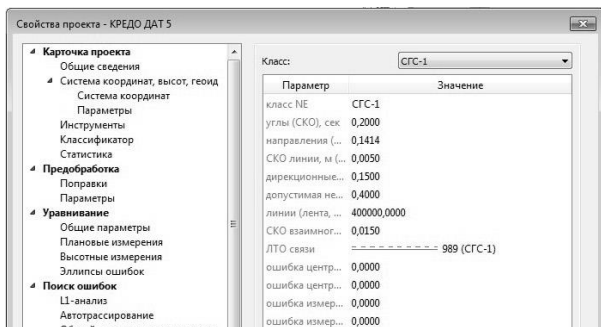


Рис. 14 Свойства плановых сетей

Использование стиля уравнивания с ОИП устанавливается в диалоге **Свойства gds-проекта** в разделе **Уравнивание/Плановые измерения** и **Высотные измерения** включением параметра **Учет ошибок исходных пунктов** (рис. 15).

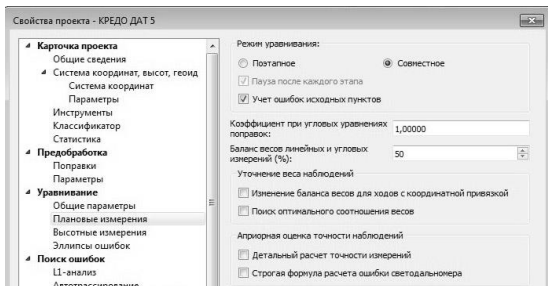


Рис. 15 Свойства плановых измерений

В качестве критерия для получения вывода о влиянии и учете ОИП используется относительная разность между СКО пунктов, полученных при уравнивании с ОИП и без ОИП. И здесь вычисляется максимальная относительная разница СКО по всем пунктам, а именно для каждого пункта «i» вычисляются значения:

$$\frac{СКО_{i \text{ без учета ОИП}} - СКО_{i \text{ с учетом ОИП}}}{СКО_{i \text{ без учета ОИП}}}$$

Затем из них выбирается максимальное значение, которое умножается на 100%. Эта разность не должна превышать значения 0,12 (12%). При ее превышении делается вывод о влиянии ОИП на результаты уравнивания. Из уравнивания с учетом ОИП для исходных пунктов вычисляются поправки, которые рекомендуется внести, т.е. координаты исходных пунктов могут быть изменены.

Упражнение 7. Совместное уравнивание наземных и спутниковых измерений

- Откройте проект **Наземные и спутниковые измерения**.

- В диалоге **Свойства gds-проекта (Файл/Свойства проекта)** в узле **Уравнивание/Плановые измерения** установите режим уравнивания **Совместное**.
- В узле **Предобработка/Поправки** установите необходимые поправки: **Редуцирование линий на эллипсоид, Редуцирование линий на плоскость**.
- Выберите команду **Расчет/Предобработка/Расчет**. Прогноировав сообщение *«Недостаточно информации для вычисления высотной отметки одного или нескольких пунктов...»*, нажмите кнопку **Готово**.
- Выберите команду **Расчет/Уравнивание/Расчет**. В окне монитора уравнивания обратите внимание на результаты уравнивания: **СКО единицы веса p** и **доверительные границы**.
- Просмотрите сформированные по результатам уравнивания ведомости: **Ведомость оценки точности положения пунктов** и **Характеристики теодолитных ходов**.
- Для отображения на схеме планового обоснования связей наземных и спутниковых измерений измените текущий фильтр видимости. Для этого выберите команду **Схема/Фильтры видимости/ Изменить текущий фильтр**.
- В окне **Фильтры видимости элементов** включите тип схемы - **Плановое обоснование**, а в узле **Измерения** включите видимость **Наземные** и **Спутниковые** (рис. 16).

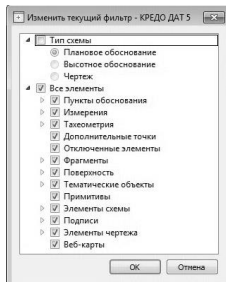


Рис. 16 Фильтр видимости

- Выполните **Предобработку** и просмотрите сформированную схему ходов.
- В диалоге **Свойства gds-проекта (Файл/Свойства проекта)** в узле **Уравнивание/Плановые измерения** установите режим уравнивания **Поэтапное** и включите опцию **Пауза после каждого этапа**. Нажмите кнопку **Применить**.
- Не выходя из окна **Свойства gds-проекта**, нажмите кнопку **Выполнить уравнивание**. После выполнения **первого** этапа уравнивания (выполняется расчет поправок в координаты пунктов 4 класса) в мониторе уравнивания просмотрите сообщения. После нажатия кнопки **Продолжить** начнет выполняться **второй** этап (выполняется расчет поправок в координаты пунктов 1 разряда). При этом пункты 4 класса рассматриваются как исходные и безошибочные. Нажмите кнопку **Продолжить**. На **третьем** этапе выполняется анализ всей сети. Просмотрев в мониторе уравнивания сообщения, нажмите кнопку **Готово**.
- Сохраните проект с именем **Общий**.

Упражнение 9. Формирование схемы планового обоснования

Откройте проект **Общий**.

Увеличьте шрифт у подписей имен пунктов. Для этого выберите команду **Файл/Параметры программы**. В открывшемся окне **Параметры программы** в узле **План** выберите строку **Подписи**. Далее выберите позицию **Подписи пунктов** и установите высоту текста - **5,0** (рис. 18).

Просмотрите как будут отображаться линии связи на чертеже. Для этого в **Фильтрах видимости (Схема/Фильтры видимости)** настройте вид отображения графического окна как **Чертеж** (рис. 19). На чертеже линии связи наземных измерений должны отображаться коричневым цветом, а спутниковых - синим.

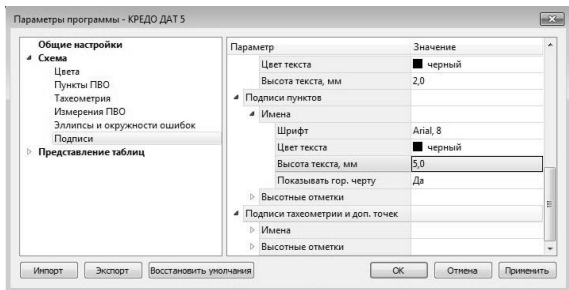


Рис. 18 Параметры подписей схемы

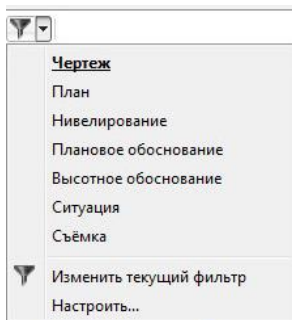


Рис. 19 Настройка окна «Чертеж»

Перейдите на вкладку **Пункты ПВО** и откройте окно **Свойства**.

Выполните в окне **Свойства** назначение пунктам условных знаков для отображения их на чертежах:

- **Shili** и **Baza - 100** (Пункт гос. геодез. сети);
- **Lotovinovo** и **pp876 - 101** (Ориентирные пункты);
- остальные **-110** (Пункты геод. сети сгущения).

Сохраните проект с тем же именем.

*Условный знак линий связи в **Чертеже** формируется на основе выполненных назначений в окне **Свойства gds-проекта (Файл/Свойства проекта)** в узле **Класс точности/Плановые сети** в соответствии с классом обрабатываемых измерений.*

5. Поиск грубых ошибок

В CREDO_DAT для поиска грубых ошибок в геодезических сетях используются следующие методы:

- L1-анализ или уравнивание по критерию минимизации L1-нормы поправок;
- метод трассирования;
- выборочное отключение.

Рекомендуется поэтапное применение каждого из этих методов, начиная, как правило, поиск грубых ошибок с выполнения L1-анализа.

Метод L1-анализа

Необходимым условием для эффективной работы процедуры L1-анализа является наличие избыточных измерений.

В основе L1-анализа лежит процесс уравнивания сети по критерию минимизации взвешенной суммы модулей (L1-нормы) поправок в измерения. Данный метод позволяет выделить участок сети, ход или возможно отдельное измерение, содержащее грубую угловую, линейную или высотную ошибку. Поскольку точность локализации ошибки существенно зависит от количества избыточных измерений в сети (принято считать, что этот метод является эффективным, когда число грубых ошибок меньше трети избыточных измерений в сети), часто дополнительно требуется более детальный анализ методами трассирования и последовательного отключения.

Настройка параметров L1-анализа выполняется в окне **Свойства gds-проекта** в узле **Поиск ошибок (Расчеты/Поиск ошибок/Параметры/ L1-анализ)** (рис. 20).

В группе **Анализировать измерения** назначаются виды измерений для поиска в них грубых ошибок.

Параметр **Максимальное число итераций** задает количество итераций.

В группах **Плановые измерения** и **Высотные измерения** указываются минимальные величины ошибок, которые необходимо локализовать.

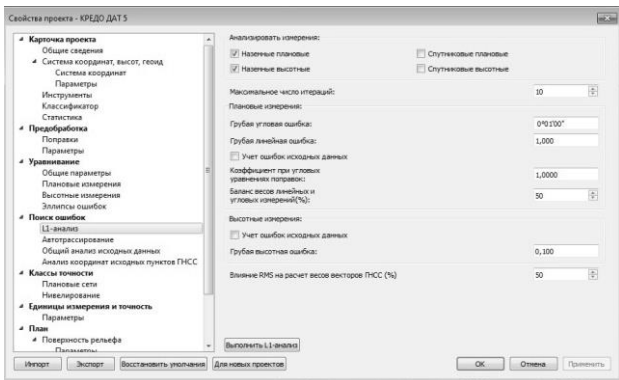


Рис. 20 Параметры L1-анализа

Данные настройки являются основными и, как правило, достаточно будет задавать только их.

Для корректного назначения величин порогов на грубую ошибку рекомендуется для плановых измерений воспользоваться следующими положениями:

- Полигонометрические ходы/сети: значение порогов не менее 10σ - 20σ (где σ - априорная точность соответствующих измерений согласно классу NE).
- Триангуляция и комбинированные сети: значение порога не менее 5σ - 10σ .
- Трилатерация: значение порога не менее 10σ — 15σ .

Коэффициент при угловых уравнениях поправок и Баланс весов линейных и угловых измерений. Значение коэффициента может меняться в пределах от 0,01 до 10000, что приводит к изменению влияния веса угловых измерений при поиске ошибок от 0% до 75%.

Установка флажков **Учет ошибок исходных данных** для высотных и плановых измерений в зависимости от класса исходных пунктов, конфигурации сети и «местоположения»

ошибок измерений могут в процессе поиска или «съедать» ошибки измерений, или наоборот - выделять. Процесс работает корректно при соизмеримом числе исходных и определяемых пунктов и большом количестве избыточных измерений. В остальных случаях этим флажком пользоваться не рекомендуется.

Параметр **Влияние RMS на расчет весов векторов ГНСС (%)** позволяет осуществлять плавный переход при назначении весов векторов ГНСС между значением RMS-вектора, полученным по внутренней сходимости множества значений при решении базовой линии, к значению априорной ошибки, которая выбирается из таблицы классов точности для соответствующего класса измерений.

По результатам **L1-анализа** могут быть выведены ведомости (**Ведомости/Поиск ошибок измерений**), в которых отображаются результаты поиска по сети, по ходам или нивелированию.

Общий анализ исходных данных

В данном разделе в группе **Анализировать** выбираются типы данных: плановые и высотные координаты, дирекционные углы.

Настройка параметров Общего анализа исходных данных выполняется в окне **Свойства gds-проекта** в узле **Поиск ошибок (Расчеты/Поиск ошибок измерений/Параметры/Общий анализ исходных данных)** (рис. 21).

Метод поиска ошибки выбирается из выпадающего списка - **Последовательный** для обычных сетей или **Групповой** (быстрый) при числе исходных пунктов больше 15-ти.

Поиск грубых ошибок координат и высот исходных пунктов, дирекционных углов производится методом последовательного исключения их из обработки (временного перевода в тип РАБОЧИЙ), с последующим анализом СКО единицы веса (μ) для всех вариантов. Минимальное значение μ может указывать на наличие грубой ошибки исходных данных.

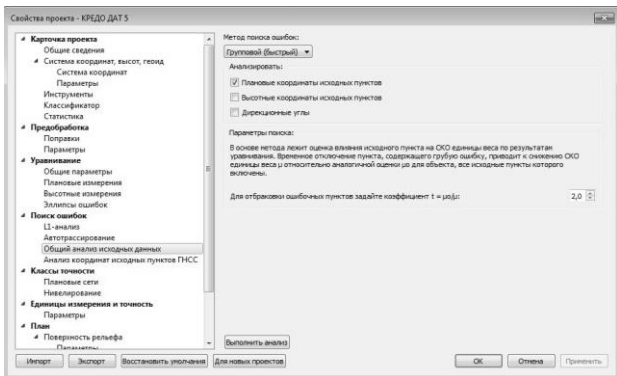


Рис. 21 Параметры анализа исходных данных

Метод эффективен в сетях, имеющих не менее 4-х исходных пунктов, неприменим для одиночных теодолитных ходов.

Анализ координат исходных пунктов ГНСС

Раздел предназначен для ввода настроек умолчаний схожимости исходных пунктов для расчета параметров локального датума.

Настройка параметров Анализа координат исходных пунктов ГНСС исходных данных выполняется в окне **Свойства gds-проекта** в узле **Поиск ошибок (Расчеты/Поиск ошибок измерений/Параметры/Анализ координат исходных пунктов ГНСС)** (рис. 22).

Группа **Координаты исходных пунктов** содержит два поля **Допустимая плановая невязка** и **Допустимая высотная невязка**, которые служат для задания масштаба гистограммы в последнем столбце таблицы при расчете локального датума.

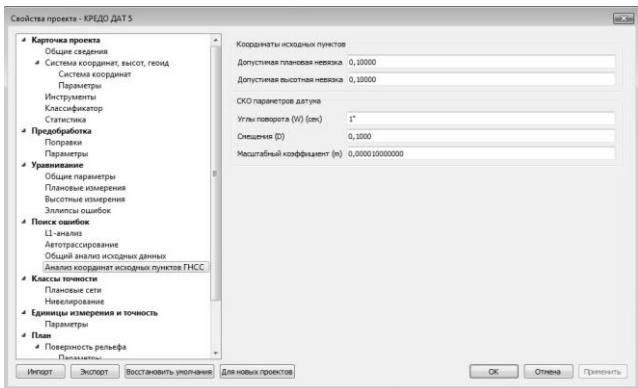


Рис. 22 Анализ координат исходных пунктов

Группа **СКО параметров датума** содержит три поля: Углы поворота (W) (сек), Смещения (D) и Масштабный коэффициент (m). Если СКО какого-либо параметра превышает заданный допуск, то в первом столбце таблицы Датум диалога Анализ координат исходных пунктов ГНСС в строке данного параметра отображается пиктограмма «!».

Метод трассирования

Метод трассирования основан на интерактивном задании цепочки связей измерений по ходам или между смежными пунктами и автоматическом анализе созданного построения. Если цепочка содержит единственную грубую ошибку, метод с большой точностью определяет пункт или сторону цепочки, содержащие ошибочные измерения.

Цепочка рассматривается как отдельный теодолитный ход. Координаты ее пунктов вычисляются в прямом направлении, начиная с первого пункта (прямая трасса), и в обратном направлении, начиная с последнего пункта (обратная трасса). Максимальная угловая ошибка присутствует на пункте, в кото-

ром расхождение координат, полученных из хода «прямо» и «обратно», минимально. Поиск грубой линейной ошибки основан на следующем факте: при отсутствии в цепочке угловой ошибки дирекционный угол стороны с грубой линейной ошибкой равен с точностью до 180° дирекционному углу невязки прямой или обратной трассы. Величина и направление расхождения трасс в каждой точке цепочки иллюстрируются в графическом окне в виде цветных диаграмм (векторов).

После выбора команды **Трассирование (Расчеты/Поиск ошибок)** раскроется окно **Монитор анализа методом трассирования** (рис. 23), в котором в процессе построения цепочки отображается информация о текущих значениях угловой и линейной невязки, величине выявленной грубой угловой ошибки, об имени пункта с грубой угловой ошибкой, о величине выявленной грубой линейной ошибки, о стороне цепочки, в которой обнаружена ошибка. Кроме того, окно монитора содержит панель инструментов с кнопками для очистки окна монитора, вывода на экран ведомости и указания в графическом окне пунктов и сторон, в которых выявлены превышения допустимых значений невязок.

Порядок действий:

1. Выберите курсором первый пункт цепочки.
2. Нажмите клавишу <Shift> и, удерживая ее, захватите исходное направление. Исходное направление выделится цветом. Отпустите клавишу <Shift>.
3. Укажите курсором начальное направление для цепочки, по которой будет выполняться поиск ошибок. Возможные для выбора направления под курсором выделяются цветом. Выделенная цепочка продлится до следующего узлового пункта (или исходного).
4. Далее последовательность действий для захвата возможных направлений на узловом или на конечном исходном пункте такая же, как описано выше (п. 3).

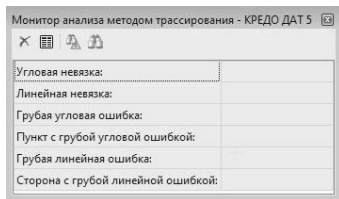


Рис. 23 Трассирование

Для продвижения назад по ошибочно выделенной цепочке необходимо вновь выбрать узловой пункт, при нажатой клавише <Shift> цепочка будет строиться в обратную сторону.

Построение цепочки сопровождается графическим отображением прямой и обратной трасс, а также векторов невязок в каждой точке цепочки. По размеру и ориентации этих векторов можно судить о вероятном местоположении ошибочного измерения.

В процессе построения цепочки обновляется текущая информация на мониторе. При обнаружении и локализации грубой ошибки ее значение и вероятный источник отображаются в соответствующих полях окна **Монитор анализа методом трассирования**. В зависимости от вида ошибки активизируется кнопка поиска пункта или измерения. При нажатии выделенной кнопки курсор появляется в графическом окне на пункте или измерении, содержащем возможную ошибку. Кнопка **Ведомость** выводит **Ведомость анализа ошибки методом трассирования**, состоящую из двух блоков: общие характеристики цепочки, включая значения невязок и грубых ошибок, и таблицу, содержащую значения невязок трасс в каждой точке цепочки, разности направлений векторов невязок и сторон цепочки.

Выборочное отключение

Для выявления грубой ошибки используется технология поэтапного отключения и восстановления отдельных подозри-

тельных пунктов, сторон, ходов сети и отдельных измерений. Обычно этому предшествуют глобальные методы поиска, такие как уравнивание по критерию минимизации L1-нормы и управление балансом весов, а также метод трассирования, которые не дали положительных результатов в силу слабой обусловленности сети или присутствия в ней нескольких, близких по величине, грубых ошибок в измерениях. Поэтому метод последовательного отключения используется как последнее, но надежное средство, требующее долгой и кропотливой работы.

Техника последовательного отключения состоит из следующих действий:

- Выполнить процедуру L1 -анализа для выявления участка сети (отдельный ход, группу ходов или измерений), содержащего грубые ошибки.
- Отключить подозрительный объект (ход, станцию или отдельное измерение).
- Выполнить предобработку.
- Повторить процедуру L1 -анализа.
- Отсутствие грубых ошибок будет означать, что грубая ошибка содержится в последнем отключенном объекте. Если ошибки по-прежнему присутствуют, то необходимо отключить следующий объект и т.д.
- Повторять указанные действия до тех пор, пока ошибка не будет локализована.

Задание

1. Загрузите проект **Сеть с груб_ошибкой.gds4**.
2. В диалоге **Свойства gds-проекта** в узле **Поиск ошибок**, в разделе **L1-анализ** установите порог на грубую угловую ошибку 0°01'00"и грубую линейную ошибку 0,500 м.
3. Используя различные методы выявления грубых ошибок, найдите грубую ошибку в данной сети.
4. Исправьте измеренное значение с грубой ошибкой и выполните уравнивание сети.
5. Просмотрите соответствующие ведомости и закройте проект без сохранения.

6. Расчетные задачи

В меню **Расчеты** имеется ряд команд, которые позволяют:

- выполнить расчет обратной геодезической задачи (ОГЗ) для двух пунктов (**Расчеты/ОГЗ/Два пункта**) и для цепочки пунктов (**Расчеты/ОГЗ/Цепочка**);
- выполнить расчет обратной геодезической задачи при выносе в натуру пунктов проекта (**Расчеты/ОГЗ/Разбивка**);
- вычислить горизонтальный угол, заданный тремя точками на плоскости (**Расчеты/Инженерно-геодезические расчеты/Расчет угла**);
- выполнить преобразование одной СК в другую (**Расчеты/Преобразование координат**).

Решение обратных задач

Два пункта

Для двух выбранных в окне **Схема** или **Пункты ПВО** пунктов рассчитывается расстояние между ними и дирекционный угол с первого пункта на второй, СКО дирекционного угла, СКО расстояния и относительная ошибка расстояния. Последние три значения вычисляются в том случае, если имеется ковариационная матрица, создаваемая в результате уравнительных вычислений.

Ковариационная матрица формируется и сохраняется в файле проекта, если перед сохранением проекта в диалоге **Свойства gds-проекта (Файл/Свойства проекта, раздел Уравнивание/Общие параметры)** включить параметр **Сохранять ковариационную матрицу**.

Цепочка

Для заданной цепочки пунктов есть возможность решать обратные геодезические задачи. Сами пункты последовательно выбираются в окнах **Схема** или **Пункты ПВО** или имена пунктов вводятся с клавиатуры. В процессе последовательного задания точек вычисляются горизонтальные и вертикальные уг-

лы, расстояния, превышения и дирекционные углы, которые отображаются в окне **ОГЗ для цепочки** (рис. 24). Данное окно можно выбрать в меню **Вид/Другие окна** и припарковать в желаемом месте. Оно имеет свою панель инструментов с интуитивно понятными командами.



Пункт	Гор. угол, °"	Дир. угол, °"	Расстояние, м	Н, м	N, м	E, м
7994		351°24'51"	450,504		5978407,394	30115,657
4996N	183°51'28"	355°16'19"	410,138		5978852,849	30048,401
8003	195°05'06"	10°21'25"	728,805		5979261,592	30014,596
2411	212°30'36"	42°52'01"	254,138		5979978,523	30145,620
7512	227°40'30"	90°32'31"	412,510		5980164,790	30318,510
2888					5980160,888	30731,001

Рис. 24 ОГЗ для цепочки

Разбивка

Команда **ОГЗ/Разбивка** решает обратные геодезические задачи для получения данных по выносу в натуру пунктов проекта. После ее активизации открывается окно **ОГЗ для разбивки**. Для ввода опорных точек (левая таблица окна) и выносимых точек (правая таблица) необходимо в каждом окне нажать кнопку **Разбивка** и ввести соответствующие точки (рис. 25).

При этом точки опоры и точки выноса могут вводиться указанием их в окнах **Схема** или **Пункты ПВО** или вводом имени пункта с клавиатуры. Для каждой пары точек (точка опоры и точка выноса) определяется расстояние между ними и дирекционный угол от первой точки на вторую. Причем первый введенный пункт для точек выноса считается пунктом ориентирования базиса и расчетное начальное направление на него в ведомости равно нулю. Если известны абсолютные отметки пунктов, то рассчитывается также превышение и вертикальный угол. Для создания ведомости необходимо на локальной панели инструментов окна **ОГЗ для разбивки** нажать кнопку **Ведомость**.

- **Обмер** - последовательное создание точек, располагающихся под прямым углом к предыдущему звену и на заданном расстоянии от него.
- **Створ-перпендикуляр** - создание точек по расстояниям, откладываемым от точки вдоль и по нормали от створа.
- **Линейная засечка** - расчет положения точки по линейным промерам с п точек с возможностью получения оценки точности.
- **Полярная засечка** - создание точки по расстоянию от точки и углу от исходного направления, либо по дирекционному направлению.
- **Проекция** - создание точек по нормали на исходную линию, которая может быть задана двумя точками, имеющейся прямой, либо являться связью между двумя точками.
- **Сетка точек** - создание группы точек с заданным шагом.
- **Пересечение** - нахождение точки пересечения между двумя линиями.

При этом для обмеров, створов и засечек предусмотрены табличные редакторы, аналогичные станциям и измерениям, которые позволяют редактировать данные.

*Нужно учесть, что при выполнении обмеров и построений надо создавать точки, чтобы информация в дальнейшем была сохранена. Создать точки можно с помощью команды - **Создание пункта**.*

Преобразование координат

В системе CREDO_DAT реализованы следующие методы преобразования координат пунктов из одной системы в другую:

- смещение по координатным осям и по высоте;
- аффинное преобразование;
- преобразование по Хельмерту;
- прямоугольные в геодезические.

Причем первые три способа осуществляют преобразование из одной прямоугольной системы координат в другую прямоугольную, а последний метод преобразования применяется

только к данным, заданным в проекции **Transverse Mercator**.

Кроме того, по совмещенным пунктам (пунктам, имеющим координаты в обеих системах) можно вычислить параметры преобразования из одной системы в другую.

Окно преобразования (рис. 26) со своей панелью инструментов вызывается (если не было ранее припарковано) с помощью команды **Расчеты/Преобразование координат**. Оно разделено на две части. В левой части выбирается необходимый метод и тип преобразования и вводятся или отображаются после расчета соответствующие параметры преобразования. Эти параметры можно сохранить или загрузить.

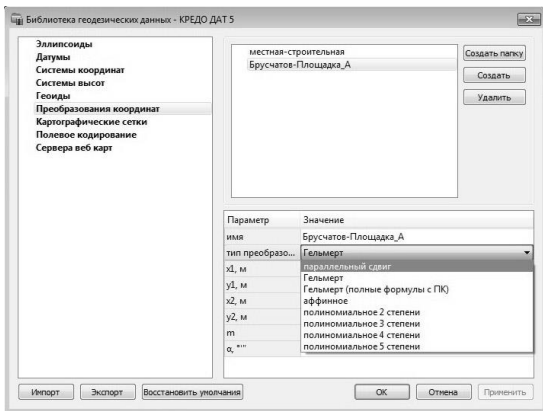


Рис. 26 Преобразование координат

В правую таблицу загружаются только данные выбранных для преобразования пунктов (имя и координаты **X** и **Y**), если решается задача преобразования координат по известным параметрам. Если нужно найти параметры преобразования, то правая таблица заполняется данными по совмещенным пунктам.

7. Выпуск графических документов

Создание шаблонов штампов и чертежей

Выходные документы (ведомости и чертежи) в программе создаются на основе шаблонов, определяющих внешнее оформление документа и вид представления данных. **Шаблоны чертежей**, планшетов, штампов и ведомостей создаются и редактируются в приложении **Редактор шаблонов**.

Упражнение 12. Создание шаблона штампа

1. Из меню **Ведомости/Редактор шаблонов/Создать шаблон** вызовите мастер создания нового шаблона (рис. 27).

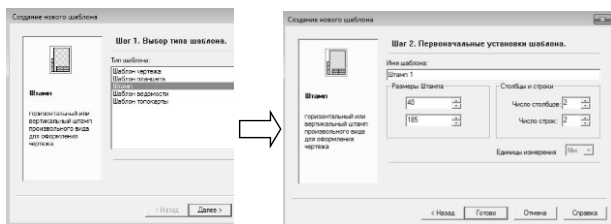


Рис. 27 Создание шаблона штампа

2. Выберите тип шаблона **Штамп** и установите **Первоначальные установки шаблона** (высота штампа 40 мм, длина 185 мм, число столбцов 2, число строк 2). Нажмите **Готово**. В результате появится изображение штампа (рис. 28).

3. Измените вид и структуру ячеек штампа. Выделите левой клавишей мыши верхнюю левую ячейку и с помощью команды **Таблица/Разбить** ячейку определите количество строк и столбцов (2 строки и 2 столбца), на которое нужно разбить данную ячейку. Аналогичный вид определите и для нижней левой ячейки (рис. 29).



Рис. 28 Параметры шаблона штампа

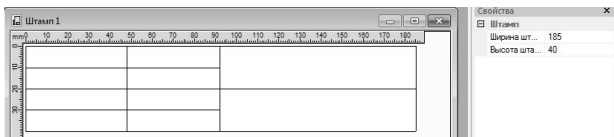


Рис. 29 Создание ячеек

4. Заполните штамп. Для этого выделите верхнюю левую ячейку, в свойствах появятся дополнительные определения: **Общие**, **Вид**, **Формат** и **Отступы текста**. Для выделенной ячейки выберите **Общие/Тип ячейки** - **Текст**, а в поле **Значение** впишите - **Гл. инженер** (рис. 30).

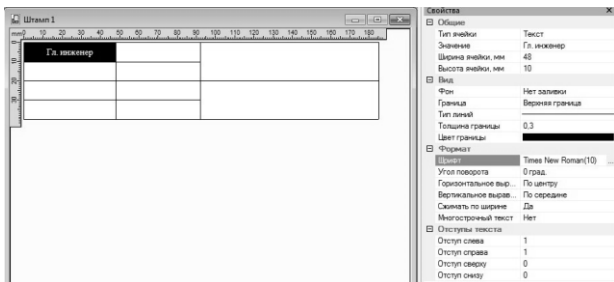


Рис. 30 Заполнение шаблона штампа

5. Выделите ячейку справа от введенного текста **Гл. инженер**, **Тип ячейки** поставьте **Переменная**. В графе **Название** введите **Гл. инженер**, **Тип переменной** - **Текст** (рис. 31).

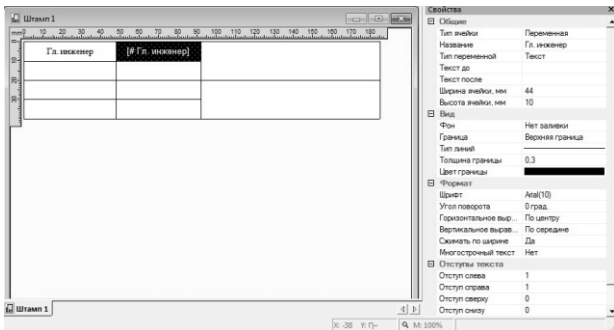


Рис. 31 Заполнение шаблона

Обратите внимание на значок #, который указывает на присутствие в данной ячейке строковой переменной. Значения строковых переменных вводятся в чертежной модели.

6. Введите все данные в соответствии с рис. 32.

Гл. инженер	[# Гл. инженер]	[# Название предприятия]
Нач. отдела	[# Нач. отдела]	
Инженер	[# Инженер]	
Нач. контр.	[# Нач. контр.]	

Рис. 32 Шаблон штампа

7. Выделите нижнюю ячейку, установите ее тип - Рисунок (рис. 33) и загрузите файл с рисунком.

8. Сохраните этот шаблон с именем **Штамп 1**. На этом процесс создания нового шаблона штампа закончен.

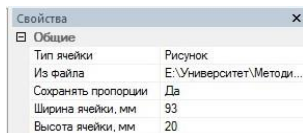


Рис. 33 Загрузка рисунка

Упражнение 13. Создание шаблона чертежа

1. Из меню **Ведомости/Редактор шаблонов/Создать шаблон** вызовите мастер создания нового шаблона чертежа. Определите следующие начальные настройки шаблона: формат A4 в книжной ориентации, создание внутренней и внешней рамки (рис. 34).

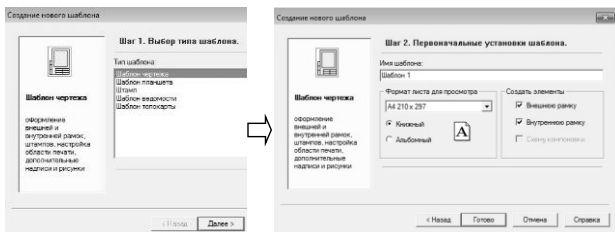


Рис. 34 Создание шаблона чертежа

2. На панели инструментов в меню **Элементы** выберите команду **Штамп**. Укажите созданный **Штамп 1**. В результате, получим готовый шаблон чертежа. Сохраните его с именем **Шаблон чертежа 1**.

Если какой-либо элемент данного Шаблона чертежа необходимо заменить (текст, рисунок или штамп), его сначала нужно удалить стандартными для WIN-систем методами, а затем описанным выше способом вставить новый.

Создание проекта чертежа в проекте GDS

Границы фрагментов проекта, передаваемые в чертежную

модель, можно создавать вручную и автоматически при помощи команд меню **Чертежи**:

- **Создать контур чертежа** - позволяет создавать фрагмент с произвольной границей;
- **Создать лист чертежа** - позволяет создавать чертеж, вид которого определен в предварительно созданном шаблоне;
- **Выпустить чертеж** – создание чертежной модели по предварительно выбранной области;
- **Планшеты** - позволяет создавать чертеж, оформленный в соответствии с требованиями условных знаков для крупномасштабных топографических планов, при этом используется шаблон, предварительно созданный в **Редакторе шаблонов**.
- **Листы карты** - работает аналогично созданию планшета, только имеет свою разграфку картографических листов.

Упражнение 14. Создание проекта чертежа

1. Откройте проект **Новый** ход.
2. Выберите команду **Схема/Фильтры видимости/ Чертеж**.
3. Активизируйте команду **Чертежи/Контур** и создайте фрагмент (рис. 35), замкнув при этом контур на первой его точке. При необходимости отредактируйте границы созданного контура.
4. Выберите команду **Чертежи/Выпустить чертеж**. При этом откроется проект чертежа.
5. Дополните фрагмент шаблоном чертежа. Для этого выберите команду **Правка/Вставить объект/Шаблон чертежа**. Укажите созданный ранее **Шаблон чертежа 1**.
6. Выделив в графическом окне шаблон чертежа, в окне **Свойства** установите необходимый формат листа и его ориентацию. Введите фамилии специалистов, должности которых присутствуют в штампе. Окончательный результат может быть таким как на рис. 36.

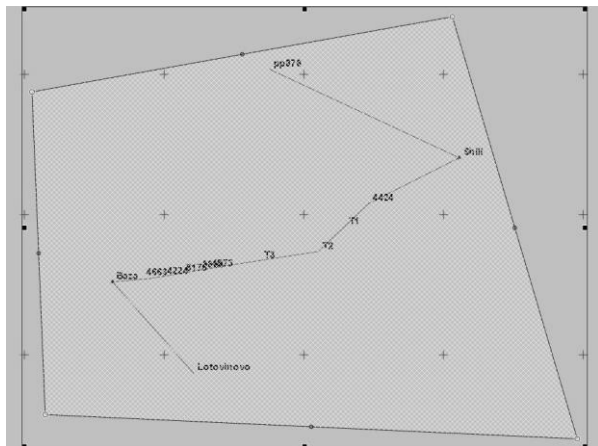


Рис. 35 Создание фрагмента чертежа

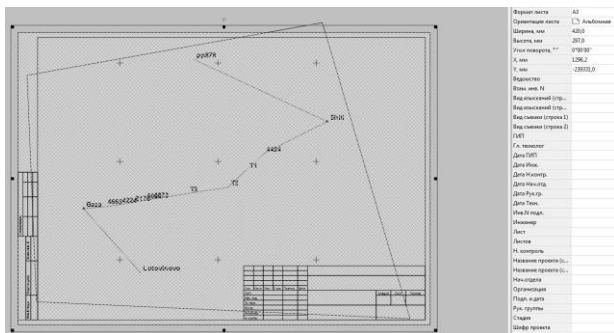


Рис. 36 Установка формата чертежа

8. Проектирование геодезических построений по растровой подложке

В CREDO_DAT можно реализовать технологию проектирования опорных сетей, которая позволяет подобрать оптимальную конфигурацию сети и точность измерений при заданной точности определения координат пунктов обоснования. Она основана на применении возможностей интерактивного ввода и редактирования данных с использованием картматериалов в виде растровых подложек.

Данная технология проектирования геодезической сети включает следующие действия:

- Загрузка растровой подложки. Этот этап подразумевает сканирование необходимых фрагментов картматериалов, трансформацию и топографическую привязку растровых фрагментов, их сшивку и обрезку. Эти действия выполняются в программе ТРАНСФОРМ.
- На основе предварительного анализа особенностей объекта на плане размещаются в первом приближении пункты проектируемой сети. Тип плановых координат всех *определяемых* пунктов устанавливается при этом как **Предварительный**.
- Задание в таблице допустимых СКО (диалог **Свойства gds-проекта, узел Классы точности**) априорных значений допустимых среднеквадратических ошибок линейных и угловых измерений для соответствующих классов точности.
- Задание (в первом приближении) набора измерительных связей (линейных и угловых), которые определяют топологию сети, с указанием класса их точности. Значения самих измерений в *режиме проектирования* могут быть произвольными (не равными нулю).
- Установка в параметрах уравнивания флажка **Режим проектирования**. Выполнение предобработки и уравнивания проектной сети.
- Анализ результатов уравнивания по размерам и ориентации эллипсов ошибок и точности положения пунктов. При необходимости выполнение изменений в сети, а именно:

- удаление или отключение существующих и добавление новых угловых и линейных связей,
- изменение класса точности измерений,
- изменение баланса весов угловых и линейных измерений.

Повторное выполнение предобработки и уравнивания и т.д. Все операции повторяются до получения нужного результата.

Упражнение 15. Предрасчет точности полигонометрического хода

1. Запустите CREDO_DAT.
2. Загрузите в проект растровую подложку **Снимок.tmd**. Для этого выберите команду **Файл/Растровые подложки**, в открывшемся окне **Загрузить растровую подложку** выберите растр и нажмите кнопку **Открыть**. Нажмите в окне **Схема** кнопку **Показать все**.
3. Импортируйте в проект текстовый файл **Исходные пункты.txt** с данными планово-высотного обоснования. Для этого выберите команду **Файл/Импорт/Импорт точек по шаблону** и с помощью диалогового окна **Универсальный импорт пунктов** выполните импорт данных.
4. Установите масштаб съемки 1:25000, Тип NE - **Исходный**, Класс NE - **4 класс (ГГС)** и условный знак **110 (пункты геодез. сети с гущ.)** (рис. 37).

	Имя	N, м	E, м	Тип NE	Статус NE	Класс NE	УЗ
<input type="checkbox"/>	Дубровка	57882,109	57857,275	Исходный	Уравненный	4-класс (ГГС), III класс ГС, СГТС-2	<input type="checkbox"/> 110 (Пункты геодез. сети с гущ.)
<input type="checkbox"/>	Ивановка	56962,333	56965,501	Исходный	Уравненный	4-класс (ГГС), III класс ГС, СГТС-2	<input type="checkbox"/> 110 (Пункты геодез. сети с гущ.)
<input type="checkbox"/>	Карьер	55138,889	60094,512	Исходный	Уравненный	4-класс (ГГС), III класс ГС, СГТС-2	<input type="checkbox"/> 110 (Пункты геодез. сети с гущ.)
<input type="checkbox"/>	Песчаный	55148,495	58792,055	Исходный	Уравненный	4-класс (ГГС), III класс ГС, СГТС-2	<input type="checkbox"/> 110 (Пункты геодез. сети с гущ.)

Рис. 37 Исходные пункты

5. Запроектируйте между исходными пунктами **Ивановка** и **Песчаный** точки полигонометрического хода 1 разряда с помощью команды **Создание пункта**.

*Если значок этой команды отсутствует на панелях инструментов графического окна, то с помощью команды **Сервис/Настройки** следует включить его в панель инструментов окна **План**.*

Для создания определяемых пунктов:

- Активизируйте данную команду.
- Перейдите на снимок и задайте курсором первую точку 101 (рис. 38). При этом обращайте внимание на взаимную видимость двух точек и окружающую местность.

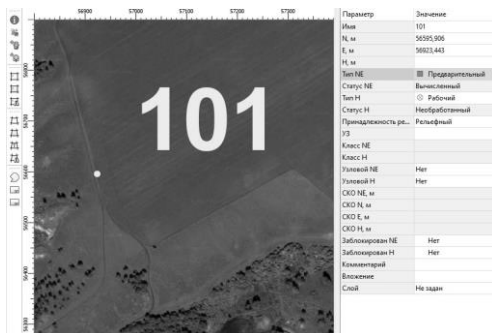


Рис. 38 Создание пункта

- В окне **Свойства** задайте **Имя точки** и **Тип NE - Предварительный**.
 - Создайте аналогичным способом остальные точки и закройте данную команду. Возможный вариант хода показан на рис. 39.
6. Перейдите на вкладку **Теодолитные ходы**, создайте новую строку по кнопке **Вставить строку**, установите **Класс NE – I разряд** и **Метод опр. расст. - Горизонтальное проложение**.
7. Перейдите на вкладку **Точки теодолитных ходов** и введите информацию по измерительным связям между исходными и определяемыми пунктами хода. Можно вводить любое число, отличное от нуля (рис. 40).



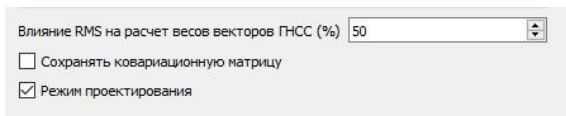
Рис. 39 Вариант теодолитного хода

Пункт	Гор. угол, $^{\circ}$	Расстояние, м
Дубровка		
Ивановка	$1^{\circ}00'00''$	1,000
101	$1^{\circ}00'00''$	1,000
102	$1^{\circ}00'00''$	1,000
103	$1^{\circ}00'00''$	1,000
104	$1^{\circ}00'00''$	1,000
105	$1^{\circ}00'00''$	1,000
106	$1^{\circ}00'00''$	1,000
Песчаный	$1^{\circ}00'00''$	
Карьер		

Рис. 40 Вариант теодолитного хода

8. Установите режим проектирования (**Свойства gds-проекта, узел Уравнивание/Общие параметры**) (рис. 41).
9. Выполните предобработку (**Расчеты/Предобработка/ Рас-**

чет) и уравнивание (**Расчет/ Уравнивание/Расчет**).



The screenshot shows a software interface with a light gray background. At the top, there is a label 'Влияние RMS на расчет весов векторов ГНСС (%)' followed by a text input field containing the number '50' and a small spinner control to its right. Below this, there are two checkboxes. The first checkbox is unchecked and is followed by the text 'Сохранять ковариационную матрицу'. The second checkbox is checked (it has a small black square inside) and is followed by the text 'Режим проектирования'.

Рис. 41 Переход к режиму проектирования

10. Просмотрите ведомость оценки точности положения пунктов (**Ведомости/Уравнивание/ ведомость оценки точности положения пунктов**).

11. Рассчитайте относительную ошибку стороны в самом слабом месте хода (линия 103-104), для этого:

- выполните уравнивание (**Расчет/Уравнивание/Расчет**);
- выберите команду **Расчеты/ОГЗ/Два пункта**. Укажите пункты 103 и 104. Соответствующая информация появляется в окне **ОГЗ для двух пунктов**.

12. Сохраните проект с именем **Проектирование по подложке**.

9. Ввод с клавиатуры и обработка данных планово-высотного обоснования и тахеометрии

Этап 1. Ввод данных по теодолитному ходу. Обработка данных. Анализ на грубую ошибку.

Настоящий этап включает ввод данных теодолитного хода с клавиатуры, поиск грубой ошибки и просмотр отчетных ведомостей по плановому обоснованию.

Активизируйте пункт меню «Файл/Создать» и выберите команду «Проект». Через меню «Вид» активизируйте таблицу «Точки теодолитного хода». В раскрывшемся окне таблицы вызовите правым кликом мыши контекстное меню и выберите пункт «Настройки». В окне «Настройка представления таблиц», в выпадающем списке «Таблица», выберите «Точки теодолитного хода». В списке «Порядок колонок таблицы» выберите пункт «Гор. угол» и выполните настройки, представленные на рис. 42.

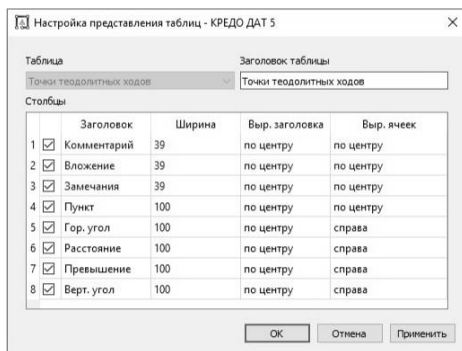


Рис. 42 Настройка представления таблиц

Активизируйте пункт меню «Файл/Свойства проекта» и, в раскрывшемся окне «Свойства проекта», выберите вкладку «Инструменты». Установленный по умолчанию инструмент «Default» переименуйте в «ЗТa5». В выпадающем списке «Формула для вертикального круга» выберите «M0-L R-M0-180».

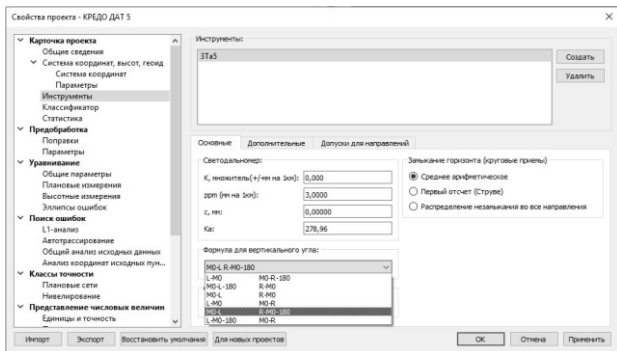


Рис. 43 Установка инструмента

На этом первоначальные настройки в программе для ручного ввода данных теодолитного хода установлены.

Активизируйте вкладку «Пункты ПВО» и введите данные по исходным пунктам, как показано на рис. 44.

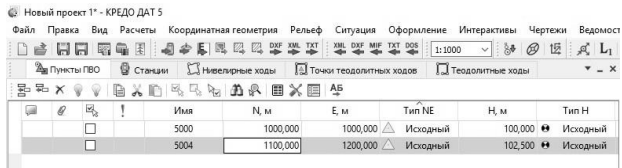


Рис. 44 Пункты ПВО



Видимость колонок, данные в которых сейчас не используются, можно отключить. Для этого нажмите на заголовке колонки [правую] клавишу мыши и отключите видимость этих колонок.



Разделителем между целой и дробной частью числа, градусами, минутами и секундами является точка, запятая или пробел.

Активизируйте вкладку «Дирекционные углы» и введите данные как показано на рисунке.

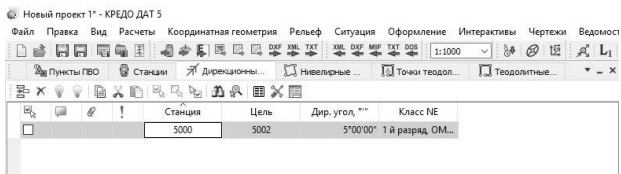


Рис. 45 Дирекционный угол

Во вкладке «Теодолитный ход» создайте новый теодолитный ход. Перейдите на вкладку «Точки теодолитного хода» и, в таблице ввода данных, введите данные, как показано на рисунке, предварительно отключив видимость колонок «Верт. угол» и «Превышение».

Пункт	Гор. угол, °'	Расстояние, м
5002		
5000	85°00,3'	50,005
5005	180°00,5'	150,010
5006	91°00,5'	100,050
5004	63°26,1'	
5000		

Рис. 46 Точки теодолитного хода

Далее выполняется обработка данных по теодолитному ходу и поиск грубой угловой ошибки. Последовательность действий следующая:

- Установите курсор на строке в таблице списка ходов и щелкните клавишей мыши. В открывшемся контекстном меню, выберите команду класс точности «теоходы и мкр.трн.». В колонке «Класс NE» установленное по умолчанию значение «1-разряд» изменится на «теоходы и мкр. трн.».
- В меню «Расчеты/Предобработка» и выполните команду «Расчет».
- В меню «Файл/Свойства проекта», выберите пункт «Поиск ошибок». В раскрывшемся окне установите значение порога на грубую линейную ошибку равное 0,05м.
- В меню «Расчеты/Поиск ошибок» нажмите кнопку **L1-анализ**. Появляющиеся в результате анализа сообщения, в том числе и сообщение об обнаруженных грубых ошибках плановых измерений, следует подтвердить нажатием кнопки **ОК**.
- Активизируйте меню «Ведомости/Поиск ошибок измерений» и просмотрите «Ведомость L1-анализа (по ходам)». В ведомости значком «●» отмечены углы и линии, где программа в результате анализа предположила наличие грубых ошибок.

Ход	Пункт	Измеренный угол	Поправка в углы	Угловая невязка	Сторона	Поправка в расстояние	Линейная невязка
1	2	3	4	5	6	7	8
1	5002						
	5000	85°00,3'	0,000000"		50,005	0,000	
	5005	180°00,5'	0,000000"		150,010	-0,015	
	5006	91°00,5'	-3678,184237"	oooooooooooo	100,050	-0,011	
	5004	63°26,1'	0,000000"				
	5000						

Рис. 47 Ведомость L1-анализа

Грубая ошибка в угле обнаружена при пункте 5006 и возможна ошибка в линии 5006-5004.

- Закройте окно генератора отчетов и в таблице ввода данных по теодолитным ходам, измените значение угла при пункте 5006 на 90°00,5'. Повторите L1-анализ. Сообщений об ошибках больше не будет.

– Выполните уравнивание теодолитного хода и, выбрав пункт меню «Ведомости/Уравнивание/Характеристики теодолитных ходов», откройте ведомость.

Ход	Класс	Точки хода	Длина хода	N	Nb	Еб факт.	Еб доп.	Невязка до уравнивания				Невязки по уравнив. дир. углам			
								Ех	Еу	Ез	[S]Ех	Ех	Еу	Ез	[S]Ех
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Теодолитный и нивелир. (1,5)	5000, 5005, ..., 5004	300,065	4	4	0°01,3'	0°02,0'	-0,011	-0,053	0,054	5567	0,014	0,026	0,030	10014

Рис. 48 Характеристики теодолитного хода

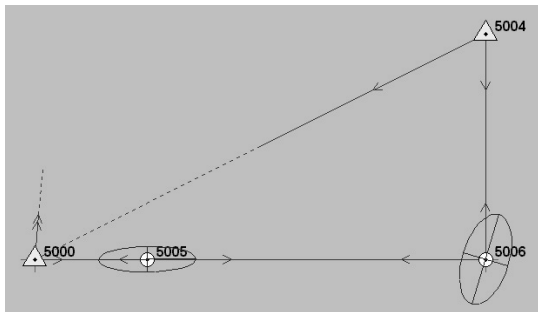


Рис. 49 План теодолитного хода

Далее нажмите кнопку [Показать все] и в графическом окне проекта отобразится весь объект.

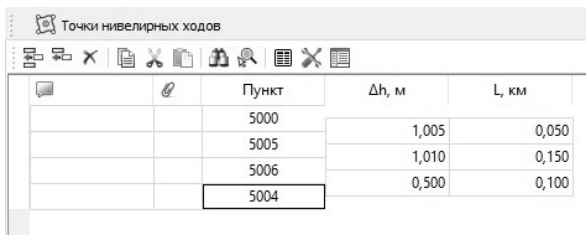
На этом этапе ручного ввода данных по теодолитному ходу, анализ на грубую ошибку и уравнивание теодолитного хода завершён.

Этап 2. Ввод данных по нивелирному ходу. Обработка данных.

Настоящий этап включает работу по вводу и обработке данных по нивелирному ходу. Порядок действий следующий:

– Активизируйте вкладку «Нивелирные ходы» табличного редактора. По умолчанию в нивелирных ходах установлен класс «Техническое нивелирование». В нижней таблице окна табличного редактора, предназначенного для ввода нивелирных ходов, введите нивелирный ход, как показано на рисунке. Обратите внимание, что расстояния вводятся в километрах.

– Далее выполните предобработку и L1-анализ. Подтвердите все появляющиеся сообщения (сообщений об обнаруженных ошибках не должно быть) и затем проведите уравнивание.



		Пункт	Δh, м	L, км
		5000	1,005	0,050
		5005	1,010	0,150
		5006	0,500	0,100
		5004		

Рис. 50 Точки нивелирного хода



Нажмите [правую] клавишу мыши на графическом окне экрана, выберите пункт меню «Свойства проекта» и активизируйте вкладку «Классы точности/Нивелирование». Изменяя коэффициент доверительного интервала, Вы можете повышать или понижать допуски при уравнивании.

Войдите в меню «Ведомости / Характеристики нивелирных ходов» и откройте ведомость (рис.51).

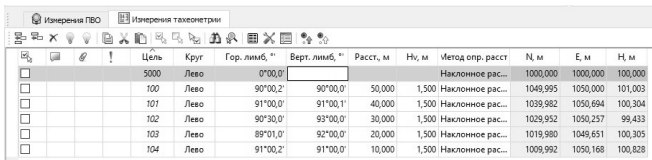
Ход	Класс	Пункты	Штатив	Длина	N	Fh факт.	Fh доп.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Триг. нив. (ПК)	5000, 5005, ..., 5004		0,300	4	0,015	0,039

Рис. 51 Характеристики нивелирного хода

Этап 3. Ввод данных тахеометрической съемки.

Настоящий этап включает работу по вводу и обработке данных тахеометрической съемки. Порядок действий следующий:

– Активизируйте в окне табличного редактора вкладку «Станции». Заполните обе таблицы окна, как показано на рисунке, предварительно отключив видимость колонки «Превышение». Имена пунктов тахеометрии в таблице измерений выделены курсивом. Обратите внимание на то, что метод определения расстояния указан как «Наклонное расстояние (с/д)», а инструмент – «ЗТ5а5». Выбор метода определения расстояния производится нажатием [левой] клавиши мыши на названии метода (или по клавише [Пробел] и из контекстного меню).



	Цель	Круг	Гор. лимб, °	Верт. лимб, °	Расст., м	Нв, м	Метод опр. расст.	N, м	E, м	H, м
<input type="checkbox"/>	5000	Левое	0°00,0'				Наклонное рас...	1000,000	1000,000	100,000
<input type="checkbox"/>	100	Левое	90°00,2'	90°00,0'	50,000	1,500	Наклонное рас...	1049,995	1050,000	101,003
<input type="checkbox"/>	101	Левое	91°00,0'	91°00,1'	40,000	1,500	Наклонное рас...	1039,982	1050,694	100,304
<input type="checkbox"/>	102	Левое	90°30,0'	93°00,0'	30,000	1,500	Наклонное рас...	1029,952	1050,257	99,433
<input type="checkbox"/>	103	Левое	89°01,0'	92°00,0'	20,000	1,500	Наклонное рас...	1019,980	1049,651	100,305
<input type="checkbox"/>	104	Левое	91°00,2'	91°00,0'	10,000	1,500	Наклонное рас...	1009,992	1050,168	100,828

Рис. 52 Измерения тахеометрии

– Нажмите в графическом окне [правую] клавишу мыши и в контекстном меню, выберите пункт «Свойства проекта».

Далее необходимо установить новый тип инструмента и для этого:

– Активизируйте вкладку «Инструменты» и нажмите кнопку [Создать]. В окне «Ввод имени» наберите «2Т5К». В выпадающем списке «Формула для расчета вертикального угла» выберите «L-МО МО-R». Остальные значения оставьте по умолчанию.

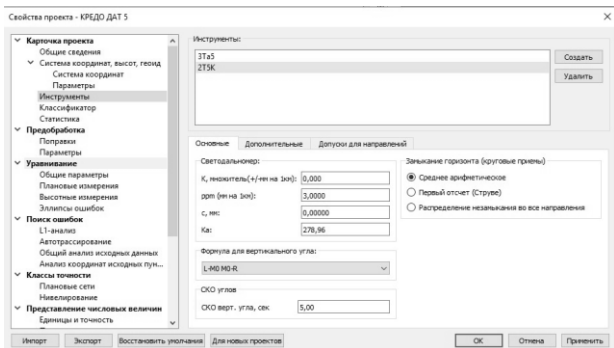




































Рис. 53 Свойства инструмента



Выбор коэффициента дальномера, формулы для расчета вертикального угла, значения места нуля (зенита) вертикального круга определяет правильность расчета горизонтальных проложений и превышений.

– В табличном окне создайте вторую станцию с таким же именем, как и у первой станции – «5005». Высоту инструмента измените на «1.350», место нуля установите «0°01'00"» и инструмент выберите «2T5K». Наберите данные по тахеометрии, как показано на рисунке. Перед набором тахеометрии, в окне «Свойства проекта» измените представления углов на ГГГ.ММ.ХХХ.

Пункты ГВО										Станции		Дирекционные углы		Увеличенные коды		Точки теодолитных хо...		Теодолитные коды		▼	
<div><div></div><div></div></div>																					
<input type="checkbox"/>					Станция	№ м	Место нуля, "	Инструмент													
<input type="checkbox"/>					5005	1,500	90°00,0'	3Та5													
<input type="checkbox"/>					5005	1,350	0°01,0'	2ТЖ													

10. Экспорт данных

Система CREDO_DAT может осуществлять экспорт в следующие форматы:

- DXF, DWG (AutoCAD),
- ТопоXML (*.xml),
- MIF/MID (MapInfo),
- Экспорт точек (текстовые форматы),
- Обменный формат TOP/ABR,
- TXT (настраиваемый текстовый формат).
- Архив GDSX.

Экспорт в DXF

При экспорте данных проекта в формате DXF экспортируются пункты и топографические объекты проекта, созданные на момент экспорта. Экспортируется вся видимая в графическом окне на момент экспорта информация проекта. При экспорте координаты передаются с точностью, установленной в настройках программы. Для корректного проведения экспорта тематических объектов необходимо иметь схему соответствия, которая создается в Классификаторе.

Упражнение 16. Создание схемы соответствия для DXF и экспорт в AutoCAD

Для упражнения взят пример GDS4 проекта **Пример ситуации**, который имеет тематические объекты ситуации. Список этих объектов с указанием тематического слоя и базового кода тематических объектов приведен в табл. 1.

Создание схемы соответствия

1. Откройте классификатор CREDO_DAT и активизируйте окно **Схемы соответствия экспорта**.
2. Нажмите кнопку **Создать схему** и введите имя новой схемы соответствия **Экспорт в DXF** (рис. 42).

3. Согласно табл. 1 выделите тематический слой **Геодезические пункты** (окно **Слой**) и тематический объект с кодом 120 (окно **Тематические объекты**).

Таблица 1

Тематический слой	Базовые коды объектов	Тип объекта	Имя слоя для экспорта
Геодезические пункты	120	Точечный	Съемочные точки
Объекты промышленного, коммунального и с/х производства/Столбы, фермы и сооружения на них	348, 357	Точечный	Фонари и столбы
Коммуникации и выходы коммуникаций	400	Точечный	Коммуникации
Болота и солончаки	459	Площадной	Болота
Растительность	551, 554, 555, 556, 557, 558, 560	Точечный	Растительность
Границы и ограждения/Ограждения	702, 704	Линейный	Ограждения

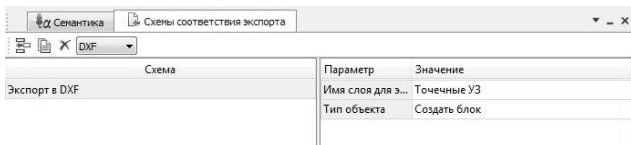


Рис. 42 Создание схемы соответствия

4. Щелкните курсором в левой части окна **Схемы соответствия экспорта**, в правой части открываются параметры и их значения по умолчанию.

В зависимости от типа тематического объекта **Имя слоя для экспорта** по умолчанию устанавливается как **Точечные УЗ**, **Линейные УЗ** или **Площадные УЗ**. Параметр **Тип объекта** (для точечного и площадного УЗ) и **Тип линии** (для

линейного V3) задается по умолчанию как **Создать** блок.

5. Введите в поле **Имя слоя для экспорта** значение **Съемочные точки** согласно 4-й колонке табл. 1, значение **Тип объекта** оставьте как **Создать блок**.

6. Действия 3 и 5 выполните с остальными тематическими слоями из табл. 1.1.

7. Выйдите из Классификатора с сохранением изменений.

8. Откройте проект **Пример ситуации** и выберите функцию **Файл/Экспорт/DXF**. Загружается окно **Настройки экспорта в DXF** (рис. 43) для назначения параметров экспорта.

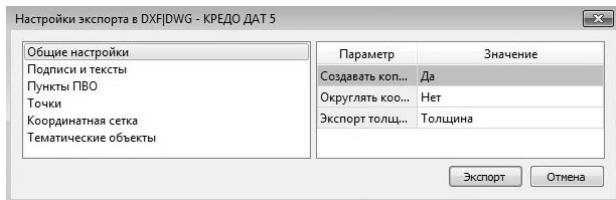


Рис. 43 Настройки экспорта в DXF

Общие настройки. Настройте необходимость создания копий DWG - в этом случае копии всех использующихся при экспорте внешних файлов, с помощью которых могут передаваться условные знаки тематических объектов, пунктов ПВО и точек тахеометрии, будут сохранены в отдельной папке с именем и по пути создаваемого в результате экспорта файла *.dxf.

Подписи. Установите значение **По проекту**, если подписи объектов (пунктов ПВО, точек тахеометрии, размеров) должны отображаться аналогично настройкам проекта, либо **Настроить** - при необходимости изменить параметры шрифта.

Пункты ПВО. Выберите нужный тип элемента (точка, блок или внешняя ссылка), которым должны быть переданы пункты, после чего уточните параметры отображения элемента. Кроме этого, в случае использования ссылки или блока, уточ-

ните необходимость передачи атрибутивной информации (имя, отметка, тип пункта, СКО планового и высотного положения).

Точки тахеометрии. Настройки аналогичны используемым для пунктов ПВО, но используется другой состав семантики - только имя и отметка.

Координатная сетка. Укажите тип элемента, которым должны быть представлены линии сетки - *Полилиния* или *Внешняя ссылка*. В первом случае параметры линии всегда соответствуют настройкам проекта *.gds4, а во втором - необходимо выбрать файл *.dwg, в котором содержится необходимый условный знак.

Тематические объекты. Здесь необходимо выбрать нужную схему соответствия, созданную в Классификаторе, и необходимость передачи атрибутивной информации объектов.

9. Установите для разделов **Пункты ПВО** и **Точки тахеометрии** параметр **Создать блок**.

10. Установите в разделе **Тематические объекты** схему соответствия **Экспорт в DXF** (рис. 44).

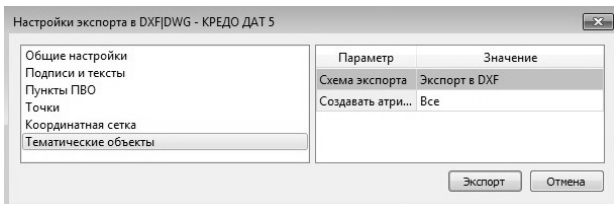


Рис. 44 Настройки экспорта тематических объектов

11. Нажмите кнопку **Экспорт** и в открывшемся окне задайте путь и имя файла *.dxf.

Экспорт точек в текстовый формат

В текстовый формат могут быть экспортированы все точки или только выбранные точки. Выбор точек можно провести непосредственно в таблице, в графическом окне или при фор-

мировании ведомости. Можно провести как одиночный выбор, так и групповой выбор. Для задания группы точек выделите их при помощи клавиш <Shift> и <Ctrl>. Для выбора точек в графическом окне **Схема** используются команды **Выбрать рамкой** и **Выбрать контуром** на панели инструментов или соответствующие команды меню **Схема**. Выбранные на схеме точки выделяются в таблицах фоном.

Упражнение 18. Экспорт координат в текстовый формат

1. Откройте проект **Наземные и спутниковые измерения. gds** и выполните экспорт плановых координат следующих пунктов: Baza, 4663, 4224, 8176, 5664, 4873, T3, T2, T1, 4424, Shili. Для этого:
2. Удерживая клавишу <Ctrl>, выделите экспортируемые точки.
3. Вызовите команду **Файл/Экспорт/По шаблону (точки)** и в открывшемся окне **Экспорт точек** укажите, что только выбранные точки будут экспортированы.
4. В окне **Экспорт точек по шаблону** на локальной панели инструментов выберите команду **Создать шаблон**.
5. На вкладке **Поля**, в окне **Настройка шаблона**, удерживая клавишу <Ctrl>, выделите строки **Текст**, **Высота**, **Код** и удалите их.
6. Дважды щелкните строку **Имя точки** в столбце **Формат**. При этом откроется окно **Имя точки**. В строку **Ширина поля** внесите **8** (рис. 45). Нажмите **ОК**.
7. Аналогичным образом задайте ширину поля для экспорта координат **Севера** и **Востока**, введя число **15**, точность - **3** (рис. 46).
8. В окне **Экспорт точек по шаблону** выполните команду **Экспорт в файл**, дав при этом файлу имя **Координаты**.

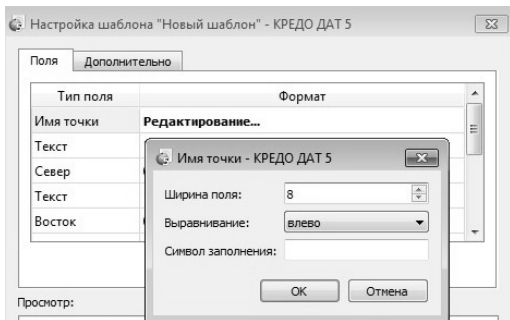


Рис. 45 Настройка шаблона экспорта точек

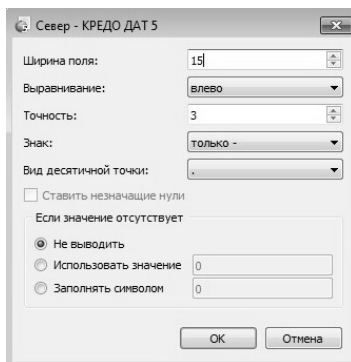


Рис. 46 Настройка экспорта координат

Экспорт в TOP/ABR

Команда создает файл открытого обменного формата ASCII (ООФ) и сохраняет данные в файле формата TOP/ABR. Экспортируются все пункты и топографические объекты проекта, независимо от условий, установленных фильтрами.

1. Выберите команду **Файл/Экспорт Обменный формат (TOP/ABR)**, в диалоговом окне **Экспорт в TOP/ABR** установите (рис. 47):

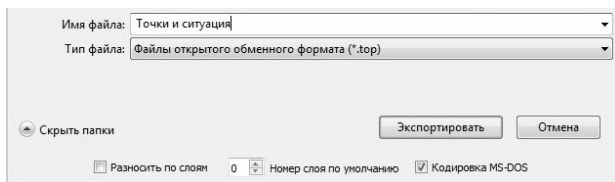


Рис. 47 Экспорт обменного формата (TOP/ABR)

- **Имя файла** - имя сохраняемого файла;
- флажок **Разносить по слоям**, если необходимо разнести топографические объекты по слоям классификатора;
- задайте номер слоя в поле **Номер слоя по умолчанию**, в котором будут размещены пункты при отсутствии на них точечного условного знака, либо все пункты и топографические объекты, если флажок **Разносить по слоям** не установлен;
- установите флажок **Кодировка MS-DOS** для корректной передачи символов кириллицы в приложения MS DOS.

2. Нажмите кнопку **Экспорт** для экспортирования данных или **Отмена** для отказа от экспорта.

Экспорт в ToraXml

Окно настроек (рис.1.56) разделено на две части: в левой части находится список элементов, для которых необходимо настроить параметры для экспорта, а в правой части непосредственно сами параметры.

В XML-файл экспортируются следующие элементы:

- пункты ПВО, тахеометрии, дополнительные точки (экспортируются вместе с подписью);
- поверхность;
- тематические объекты (ТТО, ЛТО, ПТО) с семантическими свойствами;

- примитивы (прямоугольник, многоугольник, отрезок, полилиния), тексты.

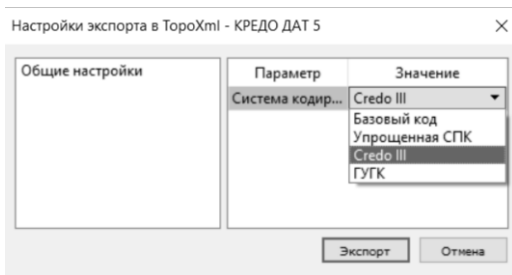


Рис. 48 Настройки экспорта

В разделе **Общие настройки** доступен выбор системы кодирования (Базовый код, Упрощенная СПК, Credo III).

Экспорт в MIF/MID

При экспорте данных проекта в формате MIF/MID системы MapInfo экспортируются все пункты и тематические объекты проекта, созданные на момент экспорта. Экспортируется и вся информация проекта, видимая в графическом окне на момент экспорта.

При написании данного учебно-методического пособия были использованы материалы ООО «Компания «Кредо-Диалог».

Список рекомендуемой литературы

Основная:

1. Геоинформатика. Толковый словарь основных терминов. Под редакцией А.М Берлянта. и А.В. Кошкарева. М., ГИС-Ассоциация, 1999.
2. Дьяков Б.Н. Геодезия. Общий курс: Учеб. пособие для вузов, изд. 2 – е, перераб. и доп. – Новосибирск: СГГА, 1997. – 173 с
3. Колмогоров В.Г. Топография с основами геодезии: учеб. пособие – Новосибирск: СГГА, 2008.–150 с.
4. Общие сведения. «CREDO». Том А. СП «КРЕДО-ДИАЛОГ», 2002. – 64 с.
5. Справочное руководство по CREDO_DAT 3.0. Том 13: «Система камеральной обработки инженерно-геодезических работ». - Минск: СП «КРЕДО-ДИАЛОГ», 2003. – 236 с.
6. Справочное руководство. Том 14: «Компоновщик чертежей» Минск: СП «КРЕДО-ДИАЛОГ», 2003. – 40 с.
7. Справочное руководство. Том 15: «Генератор отчетов» Минск: СП «КРЕДО-ДИАЛОГ», 2003. – 40 с.

Дополнительная:

1. Дьяков Б. Н. Геодезия. – Новосибирск: СГГА, 1997. – 172 с.
2. Инструкция по топографической съемке в масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 и 1:500/ГУГиК при Совете Министров СССР.- М.: Недра, 1985.-152 с.
3. Условные знаки для топографических планов масштабов 1:5 000 –1:500. М. 1989.

Учебно-методическое издание

Составитель:
Григорьев Иван Иванович

**Автоматизированная обработка
геодезических измерений в программе
CREDO_DAT 5.2**

Учебно-методическое пособие

Авторская редакция

Отпечатано с оригинал-макета заказчика

Подписано в печать 17.03.2021. Формат 60х84¹/₁₆.

Усл. печ. л. 4,65. Уч. – изд. л. 3,8.

Тираж 50 экз. Заказ № 490.

Типография Издательского центра
«Удмуртский университет»
426034, Ижевск, Университетская, д.1, корп. 2.
Тел. 68-57-18